

**LEVANTAMIENTO DE PLANOS ELÉCTRICOS Y ACTUALIZACIÓN DE DATOS
TÉCNICOS DE LAS SUBESTACIONES DE ENERGÍA DE LA AERONÁUTICA
CIVIL DEL AEROPUERTO DE PALMIRA.**

ADALBERTO QUIÑONEZ MONTAÑO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA Y MECÁNICA
PROGRAMA INGENIERIA ELECTRICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

**LEVANTAMIENTO DE PLANOS ELÉCTRICOS Y ACTUALIZACIÓN DE DATOS
TÉCNICOS DE LAS SUBESTACIONES DE ENERGÍA DE LA AERONÁUTICA
CIVIL DEL AEROPUERTO DE PALMIRA.**

ADALBERTO QUIÑONEZ MONTAÑO

**Pasantía para optar el título de
Ingeniero electricista.**

**Director pasantía
LUIS EDUARDO ARAGÓN
Ingeniero electricista, M.Sc.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA Y MECÁNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado, en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Eléctrico

Ing. HUGO REYNEL REYES AEDO

Director
AERONAUTICA CIVIL
Cali

Ing. LUIS EDUARDO ARAGÓN RANGEL

Director
Universidad Autónoma de Occidente

Ing. DIEGO FERNANDO ALMARIO

Jurado

Ing. LUIS EDUARDO ARAGÓN RANGEL

Jurado

Santiago de Cali, Diciembre de 2006

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	14
INTRODUCCIÓN	15
1. RECORRIDO GENERAL	17
2. ESTUDIO DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	22
3. ANÁLISIS DE DATOS	40
4. PORCENTAJE DE RESERVA TÉCNICA DE LOS TRANSFORMADORES	63
5. IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS	66
5.1. SUBESTACIÓN EXTERIOR	66
5.2. SUBESTACIÓN INTERIOR	70
5.3. SUBESTACIÓN RADAR	109
5.4. SUBESTACIÓN SUBTERRÁNEA	121
6. EQUIPO DE MEDIDA	131
7. CONSUMO DE ENERGÍA ACTIVA Y REACTIVA DE LA AERONÁUTICA CIVIL	133
8. FLUJO DE CARGA	138
9. CORTOCIRCUITO	140
10. BANCO DE CONDENSADORES	143
11. GRUPO ELECTRÓGENO	145
12. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	148
12.1. MEDICIÓN DE LA SUBESTACIÓN INTERIOR	150
12.2. MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA EN CASA EMISORA	151

12.3. MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA	
LOCALIZADOR	152
12.4. MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA	
GLIDESLOPE	153
12.5. MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA	
MARCADOR	154
13. SUBESTACIÓN INTERIOR	156
13.1. CARACTERÍSTICA GENERAL	157
13.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
PRINCIPALES	157
13.3 DESCRIPCIÓN DE LAS CELDAS CON SECCIONADOR	
BAJO CARGA	158
13.4. DESCRIPCIÓN DE LOS APARATOS DE MANIOBRAS	162
13.5 NORMAS	163
14. CONCLUSIONES	164
15. RECOMENDACIONES GENERALES	166
BIBLIOGRAFÍA	170
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla.1 Seccionador tripolar general	22
Tabla 2. Transformador General	22
Tabla 3. Seccionador General SF6	23
Tabla 4. Seccionador Aeronáutica Civil SF6	23
Tabla 5. Seccionador Aerocali SF6	23
Tabla 6. Transformador Servicio Generales	23
Tabla 7. Seccionador SF6 Servicio Generales	24
Tabla 8. Valores De Circuitos Subestación Exterior	24
Tabla 9. Conductores De La Subestación Exterior	25
Tabla 10. Seccionador general SF6 Sub. Interior	26
Tabla 11. Seccionador # 1 SF6 Sub. Interior	26
Tabla 12. Seccionador # 2 SF6 Sub. Interior	26
Tabla 13. Transformador Sub. Interior # 1	26
Tabla 14. Transformador Sub. Interior # 2	27
Tabla 15. Transformador Bomberos	27
Tabla 16. Transformador UPS Power Webert	27
Tabla 17. Transformador UPS Cloríde	27
Tabla 18. Transformador Motores y Herramientas	28
Tabla 19. Transformador Cuarto # 2	28
Tabla 20. Transformador Cuarto # 2	28
Tabla 21. Transformador Cuarto # 4	28
Tabla 22. Transformador Tomas y Alumbrados	29

Tabla 23. Transformador Casa Emisora	29
Tabla 24. Transformador Equipo Electrónica	29
Tabla 25. Valores De Circuito Subestación Interior	30
Tabla 26. Valor del Circuito Principal Subestación Interior	30
Tabla 27. Conductores Subestación Interior	31
Tabla 28. Conductores De La Subestación Interior	32
Tabla 29. Conductores Transformador Subestación Interior	32
Tabla 30. Transformador Radar ils	33
Tabla 31. Seccionador Tripolar General Radar	33
Tabla 32. Seccionador Tripolar Localizador	33
Tabla 33. Seccionador Tripolar Radar # 1	33
Tabla 34. Seccionador Tripolar Radar # 2	34
Tabla 35. Valores de circuitos Subestación Radar	34
Tabla 36. Valores del circuito principal	34
Tabla 37. Conductores Subestación Radar	35
Tabla 38. Conductores Transformador Subestación Radar	36
Tabla 39. Seccionador Tripolar Glideslope	37
Tabla 40. Transformador Glideslope	37
Tabla 41. Seccionador Tripolar Marcador	37
Tabla 42. Transformador Marcador	37
Tabla 43. Valores de Circuitos Subestación Subterránea	38
Tabla 44. Conductores De La Subestación	

Subterránea	38
Tabla 45. Porcentaje De Reserva Técnica	
De Los Transformadores	63
Tabla 46. Barraje De Cortocircuito	65
Tabla 47. Tablero subestación exterior	69
Tabla 48. Tablero de bomberos	76
Tabla 49. Tablero de patio de maquina	77
Tabla 50. Tablero guardia de bomberos	78
Tabla 51. Tablero maquina y herramienta	87
Tabla 52. Tablero aire acondicionado # 1	88
Tabla 53. Tablero aire acondicionado # 2	89
Tabla 54. Tablero torno y herramienta	90
Tabla 55. Tablero cuarto # 2	92
Tabla 56. Tablero cuarto # 4	94
Tabla 57. Tablero cuarto # 4	95
Tabla 58. Tablero tomas y alumbrado de la	
subestación interior	101
Tabla 59. Tablero alumbrado	102
Tabla 60. Tablero tomacorrientes	103
Tabla 61. Tablero oficina de ingeniería	104
Tabla 62. Tablero casa emisora	107
Tabla 63. Tablero subestación radar	116
Tabla 64. Tablero localizador	120
Tabla 65. Tablero glideslope	124
Tabla 66. Tablero marcador	129
Tabla 67. Datos técnicos grupo electrógeno	145
Tabla 68. Medición de resistencia de puesta	
a tierra en la subestación interior	150
Tabla 69. Medición de resistencia de puesta	

a tierra casa emisora	151
Tabla 70. Medición de resistencia de puesta a tierra localizador	152
Tabla 71. Medición de resistencia de puesta a tierra glideslope	153
Tabla 72. Medición de resistencia de puesta a tierra marcador	154
Tabla 73. Características eléctricas principales celdas Qm	158

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Nodo principal	17
Figura 2. Transformador subestación exterior 2 MVA	18
Figura 3. Subestación exterior	19
Figura 4. Transformador subestación interior 800 kVA	20
Figura 5. Transformador 45 kVA servicio generales sub. Exterior	67
Figura 6. Tablero de servicio general sub. Exterior	68
Figura 7. Tablero de distribución de la subestación interior	72
Figura 8. Transformador de la estación bomberos 50 kVA	73
Figura 9. UPS power webert	79
Figura 10. Tablero de UPS cloríde	80
Figura 11. UPS cloríde	80
Figura 12. Tablero de Motores y Herramienta	81
Figura 13. Transformador 45 kVA y tablero de distribución del cuarto # 2	91
Figura 14. Transformador 50 kVA y tablero de distribución del cuarto # 4	93

Figura 15. Tablero de distribución de tomas y alumbrado	96
Figura 16. Casa emisora	105
Figura 17. Tablero de distribución de equipo electrónica	108
Figura 18. Equipo de electrónica	109
Figura 19. Radar	111
Figura 20. UPS radar	113
Figura 21. Localizador	117
Figura 22. Transformador localizador 10 kVA	119
Figura 23. Glideslope	121
Figura 24. Transformador glideslope 10 kVA	123
Figura 25. Transformador marcador 15 kVA	126
Figura 26. Cortacircuito	128
Figura 27. Equipo de medida	131
Figura 28. Compensación variable	143
Figura 29. Grupo electrógeno	146
Figura 30. Método caída de Potencial	149
Figura 31. Celdas qm	156
Figura 32. Subestación interior	157
Figura 33. Celda con seccionador bajo carga	159
Figura 34. Aparato de maniobra	161
Figura 35. Principio de corte seccionador bajo carga	162
Figura 36. Organizar tablero	165
Figura 37. Transformador casa emisora	169

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Potencia activa	134
Gráfica 2. Potencia reactiva	135
Gráfica 3. Grafica de potencia activa	136
Gráfica 4. Grafica de potencia reactiva	137
Gráfica 5. Flujo de carga	139
Gráfica 6. Cortocircuito trifásico	141
Gráfica 7. Cortocircuito monofásico	142

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Diagrama unifilar general	1/11
Anexo B. Planos eléctricos	
subestación exterior	2/11
Anexo C. Planos eléctricos	
Bomberos iluminación	3/11
Anexo D. Planos eléctricos	
Bomberos tomacorrientes	4/11
Anexo E. Planos eléctricos	
Gimnasio bomberos	5/11
Anexo F. Planos eléctricos	
Guardia bomberos	6/11
Anexo G. Planos eléctricos	
Casa emisora	7/11
Anexo H. Planos eléctricos	
Subestación radar	8/11
Anexo I. Planos eléctricos	
Localizador	9/11
Anexo J. Planos eléctricos	
Glideslope	10/11
Anexo K. Planos eléctricos	
Marcador	11/11

RESUMEN

La AERONÁUTICA CIVIL, tiene como objetivo garantizar el desarrollo de la aviación civil y de la administración del espacio aéreo en condiciones de seguridad y eficiencia, en concordancia con las políticas, planes y programas gubernamentales en materia económica, social y de relaciones internacionales. El sistema eléctrico asociado a las instalaciones del aeropuerto ALFONSO BONILLA ARAGÓN de la ciudad de Palmira, posee 4 subestaciones eléctricas, (subestaciones exterior, interior, radar y subterránea), la subestación exterior recibe la energía suministrada por la empresa ENERGÍA DEL PACÍFICO S.A. (EPSA) y la transforma de 34.5 a 13.2 kV.

Durante los últimos años se han realizado modificaciones o cambios en las instalaciones de la AERONÁUTICA CIVIL, sin tener presente la carga de las subestaciones existentes y las modificaciones en los diagramas unifilares, trayendo como consecuencia una desactualización de datos y confusión en el cableado de los circuitos.

El presente estudio analizó cada una de las subestaciones eléctricas existentes, y actualizó el diagrama unifilar para tener una información más precisa en caso de presentarse alguna emergencia o falla en el sistema.

Dentro del análisis del sistema eléctrico de potencia, se realizaron simulaciones de flujo de carga y cortocircuitos trifásico y monofásico, consumo de energía (activa y reactiva), medición de resistencia puesta a tierra, mediciones de corrientes y se revisó si la subestación cumplía con lo predeterminado en los planos, dejando lo que no existía en ellos.

INTRODUCCIÓN

Este documento compendia las tareas de levantamiento y actualización de la información pertinente el sistema eléctrico de potencia asociado a las instalaciones de la AERONÁUTICA CIVIL, en el aeropuerto ALFONSO BONILLA ARAGÓN de la ciudad de Palmira.

El trabajo realizado se centralizó en las subestaciones eléctricas que posee la AERONÁUTICA CIVIL. Se utilizaron instrumentos de medida durante la mayor parte del tiempo para tomar los diferentes datos y de esta manera recoger una información más exacta y real. Se hizo un seguimiento de los planos proporcionados por la empresa para lograr actualizarlos y facilitar las labores tanto de mantenimiento como de futuros proyectos.

El levantamiento de planos eléctricos y la actualización de datos técnicos de las subestaciones de energía de la **AERONÁUTICA CIVIL**, otorga mayor información de cómo se deben operar correctamente y facilita la planeación del mantenimiento.

La pasantía contempló las siguientes actividades:

- Identificar los componentes eléctricos que conforman cada subestación
- Actualizar planos eléctricos
- Analizar el sistema de distribución de las subestaciones eléctricas de la AERONÁUTICA CIVIL, en el aeropuerto ALFONSO BONILLA ARAGÓN.
- Comparar y analizar datos técnicos de la subestaciones eléctricas para ofrecer al personal técnico una información adecuada da como esta funcionando el sistema eléctrico de potencia.

Para la realización de este trabajo se contó, con la colaboración del personal encargado de la subestación de la AERONÁUTICA CIVIL, se facilitaron los planos existentes y equipo necesario para esta labor.

1. RECORRIDO GENERAL

El sistema eléctrico de la AERONÁUTICA CIVIL, está compuesto por 4 subestaciones eléctricas, dentro de lo cual se encuentra la subestación principal (EXTERIOR), alimentada por un circuito de 34.5 kV, con conductor de calibre 1/0 ACSR.

Figura 1. Nodo principal



El nodo EPSA que alimenta la subestación EXTERIOR se llama Palmaseca con número 21261, el conductor de fase es un calibre # 6 de cobre XLPE, a una tensión de 34.5 kV, la acometida principal es subterránea y tiene una longitud de 50 m.

La alimentación principal pasa por los equipos de medida (2 transformadores de corriente y potencial), sigue a un seccionador tripolar y posee fusible de 40 A, encargado de desconectar el circuito en caso de un mantenimiento a la subestación.

Figura 2. Transformador de la subestación principal 2 MVA



Después de salir del seccionador se distribuye al transformador de 2000 kVA, con una relación de transformación de 34.5 a 13.2 kV, la salida del secundario del transformador principal se distribuye por un conductor de fase de calibre # 4 AWG, que alimenta al seccionador general SF6 de la subestación, soporta una corriente nominal de 630 A y posee fusible de 80 A, de ahí se deriva un barraje donde se encuentran conectados tres seccionadores en paralelo.

El seccionador # 1, es el equipo de maniobra del transformador de servicio generales, soporta una corriente nominal de 630 A y posee fusible de 2 A.

El seccionador # 2, es el equipo de maniobra de la línea de distribución subterránea encargada de alimentar el circuito AERONÁUTICA CIVIL, soporta una corriente nominal de 630 A y posee fusible de 50 A.

El seccionador # 3, es el equipo de maniobra de la línea de distribución subterránea encargada de alimentar el circuito AEROCALI, soporta una corriente nominal de 630 A y posee fusible de 50 A.

Figura 3. Subestación principal



El conductor que alimenta la subestación interior es un calibre # 6, de cobre, XLPE, a una tensión de 13.2 kV, la acometida es subterránea y tiene una longitud de 1 km.

Este conductor llega al un seccionador general SF6 de la subestación interior, soporta una corriente nominal de 630 A y posee fusible de 50 A, de ahí se deriva un barraje donde se encuentran conectados dos seccionadores SF6 en paralelo,

que son los encargados de proteger los transformadores de la subestación interior por el primario, los transformadores tienen una relación de tensión de 13.2 a 0.440 kV, con una potencia de 800 kVA, c/ u. Las salidas de los transformadores están protegidas por dos interruptores de 1600 A, a una tensión de 440 V, que están interconectados por una transferencia automática, encargada de dar servicio de energía a cualquier transformador.

Figura 4. Transformador de la subestación interior 800 kVA



La subestación interior cuenta con dos grupos electrógenos conectados en paralelo, los cuales están conectados a la transferencia automática general.

La salida de la transferencia automática general va al barraje de distribución de baja tensión, de la subestación interior y tiene una corriente nominal de 1600 A, a una tensión de 440 V y una corriente de cortocircuito de 20 kA. De ahí se distribuye toda la carga a sus diferentes sitios, así:

- Bomberos
- UPS Cloríde
- UPS Power Webert
- Motores y Herramientas
- Cuarto # 2
- Cuarto # 4
- Tomas y Alumbrados
- Casa Emisora
- Equipo de Electrónica
- Radar – ILS

2. ESTUDIO DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

RECOPIACION DE DATOS

La información se obtuvo tomando las diferentes medidas en todas las subestaciones, utilizando instrumentos de medición. Se tomó información de cada uno de los elementos que conforman las subestaciones, para lo cual se abrieron los diferentes tableros con el fin de tomar medidas y conocer el calibre de conductores.

A continuación se especifica la información adquirida para cada subestación.

SUBESTACIÓN EXTERIOR

Tabla.1 Seccionador tripolar general

SECCIONADOR TRIPOLAR GENERAL	
Tensión nominal	36 kV
Corriente nominal	1250 A
Corriente cortocircuito	25 kA
Tensión de choque (BiL)	170 kV
Frecuencia	60 Hz
Fusible	40 A

Tabla 2. Transformador General

TRANSFORMADOR GENERAL	
Transformador de potencia	2000 kVA
Tensión primaria	34.5 kV
Tensión secundaria	13.2 kV
Impedancia	6 %
Corriente por Alta tension	33.5 A
Corriente por Baja tension	87.5 A

Tabla 3. Seccionador General SF6

SECCIONADOR GENERAL SF6	
Tensión nominal	15 kV
Corriente nominal	630 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	95 kV
Fusible	80 A

Tabla 4. Seccionador Aeronáutica Civil SF6

SECCIONADOR AERONÁUTICA CIVIL SF6	
Tensión nominal	15 kV
Corriente nominal	630 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	95 kV
Fusible	50 A

Tabla 5. Seccionador Aerocali SF6

SECCIONADOR AEROCALI SF6	
Tensión nominal	15 kV
Corriente nominal	630 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	95 kV
Fusible	50 A

Tabla 6. Transformador Servicio Generales

TRANSFORMADOR SERVICIO GENERALES	
Transformador de potencia	45 kVA
Tensión primaria	13.2 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.5 %
Corriente por Alta tensión	1.96 A
Corriente por Baja tensión	118.5 A

Tabla 7. Seccionador SF6 Servicio Generales

SECCIONADOR SF6 SERVICIO GENERALES	
Tensión nominal	15 kV
Corriente nominal	630 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	95 kV
Fusible	2 A

DATOS TOMADOS CON INSTRUMENTOS DE MEDICION

Tabla 8. Valores De Circuitos Subestación Exterior

DATOS TOMADOS DE LA SUBESTACIÓN EXTERIOR				
Circuito	Tensión (V)	Corriente (A)	Cos Y	Potencia calculada (kW)
Servicio generales	220	12	0.95	4.3
No. De circuito		Total Amperios		Total Potencia
1		12		4.3

Tabla 9. Conductores De La Subestación Exterior

CONDUCTORES DE LA SUBESTACIÓN EXTERIOR						
Circuitos	Números de conductores por fases	Calibre del conductor AWG o Kcmil	Distancia (km)	Resistencia eléctrica (ohm / km)	Reactancia inductiva (ohm / km)	Reactancia capacitiva (ohm / km)
Transformador Servicio generales Por alta tensión	3	8	0.03	2.10	0.4010	15795
Transformador Servicio generales Por baja tensión	4	2	0.005	0.831	0.3660	11824
Transformador Subestación exterior Por alta tensión	3	6	0.05	1.32	0.3835	13740
Transformador Subestación exterior Por baja tensión	4	4	0.01	0.831	0.3660	11824

SUBESTACIÓN INTERIOR

Tabla 10. Seccionador general SF6 Sub. Interior

SECCIONADOR GENERAL SF6 SUB. INTERIOR	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	630 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	95 kV
Fusible	30 A

Tabla 11. Seccionador # 1 SF6 Sub. Interior

SECCIONADOR # 1 SF6 SUB. INTERIOR	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	630 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	95 kV
Fusible	30 A

Tabla 12. Seccionador # 2 SF6 Sub. Interior

SECCIONADOR # 2 SF6 SUB. INTERIOR	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	630 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	95 kV
Fusible	30 A

Tabla 13. Transformador Sub. Interior # 1

TRANSFORMADOR SUB. INTERIOR # 1	
Transformador de potencia	800 kVA
Tensión primaria	13.2 kV
Tensión secundaria	0.440 kV
Impedancia	5 %
Corriente por Alta tensión	35 A
Corriente por Baja tensión	1050 A

Tabla 14. Transformador Sub. Interior # 2

TRANSFORMADOR SUB. INTERIOR # 2	
Transformador de potencia	800 kVA
Tensión primaria	13.2 kV
Tensión secundaria	0.440 kV
Impedancia	5 %
Corriente por Alta tensión	35 A
Corriente por Baja tensión	1050 A

Tabla 15. Transformador Bomberos

TRANSFORMADOR BOMBEROS	
Transformador de potencia	50 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.5 %
Corrientes por Alta tensión	33.5 A
Corrientes por Baja tensión	87.5 A

Tabla 16. Transformador UPS Power Webert

TRANSFORMADOR UPS POWER WEBERT	
Transformador de potencia	75 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.5 %
Corrientes por Alta tensión	98.5 A
Corrientes por Baja tensión	197.0 A

Tabla 17. Transformador UPS Cloríde

TRANSFORMADOR UPS CLORIDE	
Transformador de potencia	75 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.380 kV
Impedancia	3.5 %
Corrientes por Alta tensión	98.5 A
Corrientes por Baja tensión	114.0 A

Tabla 18. Transformador Motores y Herramientas

TRANSFORMADOR MOTORES Y HERRAMIENTAS	
Transformador de potencia	112.5 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	4 %
Corrientes por Alta tensión	148 A
Corrientes por Baja tensión	295 A

Tabla 19. Transformador Cuarto # 2

TRANSFORMADOR CUARTO # 2	
Transformador de potencia	30 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3 %
Corrientes por Alta tensión	39.5 A
Corrientes por Baja tensión	79.0 A

Tabla 20. Transformador Cuarto # 2

TRANSFORMADOR CUARTO # 2	
Transformador de potencia	45 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.5 %
Corrientes por Alta tensión	59 A
Corrientes por Baja tensión	118 A

Tabla 21. Transformador Cuarto # 4

TRANSFORMADOR CUARTO # 4	
Transformador de potencia	50 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.5 %
Corrientes por Alta tensión	65.6 A
Corrientes por Baja tensión	131.2 A

Tabla 22. Transformador Tomas y Alumbrados

TRANSFORMADOR TOMAS Y ALUMBRADOS	
Transformador de potencia	45 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.5 %
Corrientes por Alta tensión	59 A
Corrientes por Baja tensión	118 A

Tabla 23. Transformador Casa Emisora

TRANSFORMADOR CASA EMISORA	
Transformador de potencia	25 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3 %
Corrientes por Alta tensión	32.8 A
Corrientes por Baja tensión	65.6 A

Tabla 24. Transformador Equipo Electrónica

TRANSFORMADOR EQUIPO ELECTRÓNICA	
Transformador de potencia	75 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.5 %
Corrientes por Alta tensión	98.9 A
Corrientes por Baja tensión	196.8 A

Tabla 25. Valores De Circuito Subestación Interior

DATOS TOMADOS DE LA SUBESTACIÓN INTERIOR				
Circuito	Tensión (V)	Corriente (A)	Cos Y	Potencia calculada (kW)
Bomberos	220	26	0.95	9.4
UPS power webert	220	22	0.95	7.9
UPS cloríde	380	13	0.95	8.1
Motores y herramientas	220	24	0.95	8.7
Cuarto 1 # 2	220	23	0.95	8.8
Cuarto 2 # 2	220	2.5	0.95	0.9
Cuarto # 4	220	23	0.95	8.3
Tomas y alumbrado	220	17	0.95	6.1
Casa emisora	220	7	0.95	2.5
Equipo electrónica	220	13	0.95	4.7
No. De circuito		Total Amperios		Total Potencia
10		170		65.4

Tabla 26. Valor del Circuito Principal Subestación Interior.

Transformador Subestación Interior	Tensión (V)	Corriente (A)	Cos Y	Potencia calculada (kW)
800 kVA	440	90	0.95	65.1

Tabla 27. Conductores Subestación Interior

CONDUCTORES DE LA SUBESTACIÓN INTERIOR						
TABLERO DE DISTRIBUCCION 440 V – 1600 A						
Circuitos	Números de conductores por fases	Calibre del conductor AWG	Distancia (km)	Resistencia eléctrica (ohm / km)	Reactancia inductiva (ohm / km)	Reactancia capacitiva (ohm / km)
Bomberos	3	6	1	1.32	0.3835	13740
UPS power webert	3	4	0.04	0.831	0.3660	11824
UPS cloríde	3	4	0.04	0.831	0.3660	11824
Motores y herramientas	3	4	0.04	0.831	0.3660	11824
Cuarto # 2	3	6	1	1.32	0.3835	13740
Cuarto 1 # 2	3	6	0.005	1.32	0.3835	13740
Cuarto 2 # 2	3	8	0.005	2.10	0.4010	15795
Cuarto # 4	3	6	0.4	1.32	0.3835	13740
Tomas y alumbrado	3	6	0.04	1.32	0.3835	13740
Casa emisora	3	8	1	2.10	0.4010	15795
Equipo electrónica	3	4	0.4	0.831	0.3660	11824

Tabla 28. Conductores De La Subestación Interior

CONDUCTORES DE LA SUBESTACIÓN INTERIOR						
220 V						
Circuitos	Números de conductores por fases	Calibre del conductor AWG o Kcmil	Distancia (km)	Resistencia eléctrica (ohm / km)	Reactancia inductiva (ohm / km)	Reactancia capacitiva (ohm / km)
Bomberos	4	2	0.008	0.523	0.3487	10081
UPS power webert	4	1/0	0.005	0.329	0.3284	8544
UPS cloríde	4	1/0	0.005	0.329	0.3284	8544
Motores y herramientas	4	4/0	0.005	0.164	0.3023	6512
Cuarto 1 # 2	4	2	0.005	0.523	0.3487	10081
Cuarto 2 # 2	4	4	0.005	0.831	0.3660	11824
Cuarto # 4	4	2	0.005	0.523	0.3487	10081
Tomas y alumbrado	4	2	0.005	0.523	0.3487	10081
Casa emisora	4	6	0.005	1.32	0.3835	13740
Equipo electrónica	4	1/0	0.005	0.329	0.3284	8544

Tabla 29. Conductores Transformador Subestación Interior

CONDUCTORES TRANSFORMADOR SUBESTACIÓN INTERIOR						
TRANSFORMADOR 800 kVA	Números de conductores por fases	Calibre del conductor AWG o Kcmil	Distancia (km)	Resistencia eléctrica (ohm / km)	Reactancia inductiva (ohm / km)	Reactancia capacitiva (ohm / km)
POR ALTA TENSION	3	6	1	1.32	0.3835	13740
POR BAJA TENSION	6	500	0.01	0.0694	0.2683	4465

SUBESTACIÓN RADAR

Tabla 30. Transformador Radar ils

TRANSFORMADOR RADAR ILS	
Transformador de potencia	200 kVA
Tensión primaria	0.440 kV
Tensión secundaria	2.4 kV
Impedancia	4 %
Corrientes por Alta tensión	262.5 A
Corrientes por Baja tensión	48.1 A

Tabla 31. Seccionador Tripolar General Radar

SECCIONADOR TRIPOLAR GENERAL RADAR	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	400 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	110 kV
Fusible	40 A

Tabla 32. Seccionador Tripolar Localizador

SECCIONADOR TRIPOLAR LOCALIZADOR	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	400 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	110 kV
Fusible	5 A

Tabla 33. Seccionador Tripolar Radar # 1

SECCIONADOR TRIPOLAR RADAR # 1	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	400 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	110 kV
Fusible	15 A

Tabla 34. Seccionador Tripolar Radar # 2

SECCIONADOR TRIPOLAR RADAR # 2	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	400 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	110 kV
Fusible	15 A

Tabla 35. Valores de circuitos. Subestación radar

DATOS TOMADOS DE LA SUBESTACIÓN RADAR				
Circuito	Tensión (V)	Corriente (A)	Cos Y	Potencia calculada (kW)
Radar # 1	380	15	0.95	9.4
Radar # 2	220	50	0.95	18
Localizador	220	28	0.95	10.1
No. De circuito		Total Amperios		Total Potencia
3		93		37.5

Tabla 36. Valores del circuito principal

Transformador Subestación Radar	Tensión (V)	Corriente (A)	Cos Y	Potencia calculada (kW)
200 kVA	2400	68	0.95	268.5

Tabla 37. Conductores Subestación Radar

CONDUCTORES DE LA SUBESTACIÓN RADAR						
Circuitos	Números de conductores por fases	Calibre del conductor AWG o Kcmil	Distancia (km)	Resistencia eléctrica (ohm / km)	Reactancia inductiva (ohm / km)	Reactancia capacitiva (ohm / km)
Transformador Radar # 1 Por alta tensión	2	8	2	2.10	0.4010	15795
Transformador Radar # 1 Por baja tensión	3	8	0.01	2.10	0.4010	15795
Transformador Radar # 2 Por alta tensión	2	8	2	2.10	0.4010	15795
Transformador Radar # 2 Por baja tensión	3	2	0.01	0.523	0.3487	10081
Transformador localizador Por alta tensión	2	8	3	2.10	0.4010	15795
Transformador localizador Por baja tensión	3	8	0.008	2.10	0.4010	15795

Tabla 38. Conductores Transformador Subestación Radar

CONDUCTORES TRANSFORMADOR SUBESTACIÓN RADAR						
TRANSFORMADOR 200 kVA	Números de conductores por fases	Calibre del conductor AWG o Kcmil	Distancia (km)	Resistencia eléctrica (ohm / km)	Reactancia inductiva (ohm / km)	Reactancia capacitiva (ohm / km)
POR ALTA TENSION	3	3 / 0	0.005	0.207	0.3111	7150
POR BAJA TENSION	2	8	2	2.10	0.4010	15795

SUBESTACIÓN SUBTERRANEA

Tabla 39. Seccionador Tripolar Glideslope

SECCIONADOR TRIPOLAR GLIDESLOPE	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	400 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	110 kV
Fusible	5 A

Tabla 40. Transformador Glideslope

TRANSFORMADOR GLIDESLOPE	
Transformador de potencia	10 kVA
Tensión primaria	2.4 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.0 %
Corrientes por Alta tensión	2.95 A
Corrientes por Baja tensión	32.15 A

Tabla 41. Seccionador Tripolar Marcador

SECCIONADOR TRIPOLAR MARCADOR	
Tensión nominal	17.5 kV
Corriente nominal	400 A
Corriente cortocircuitos	20 kA
Tensión de choque (BiL)	110 kV
Fusible	5 A

Tabla 42. Transformador Marcador

TRANSFORMADOR MARCADOR	
Transformador de potencia	15 kVA
Tensión primaria	2.4 kV
Tensión secundaria	0.220 kV
Impedancia	3.0 %
Corrientes por Alta tensión	4.42 A
Corrientes por Baja tensión	48.2 A

Tabla 43. Valores de Circuitos Subestación Subterránea

DATOS TOMADOS DE LA SUBESTACIÓN SUBTERRANEA				
Circuito	Tensión (V)	Corriente (A)	Cos Y	Potencia calculada (kW)
Glideslope	220	30	0.95	10.8
Marcador	220	42	0.95	15.2
No. De circuito		Total Amperios		Total Potencia
2		72		26

Tabla 44. Conductores De La Subestación Subterránea

CONDUCTORES DE LA SUBESTACIÓN SUBTERRANEA						
Circuitos	Números de conductores por fases	Calibre del conductor AWG o Kcmil	Distancia (km)	Resistencia eléctrica (ohm / km)	Reactancia inductiva (ohm / km)	Reactancia capacitiva (ohm / km)
Transformador glideslope Por alta tensión	2	8	4	2.10	0.4010	15795
Transformador glideslope Por baja tensión	2	8	0.005	2.10	0.4010	15795
Transformador marcador Por alta tensión	2	8	6	2.10	0.4010	15795
Transformador marcador Por baja tensión	2	8	0.005	2.10	0.4010	15795

Se analizo los datos medidos con los datos tomados en cada subestación y se concluye que la subestaciones esta en buenas condiciones de operación y los calibre de los conductores son los apropiados.

3. ANALISIS DE DATOS

Tomando como base todos los datos obtenidos durante el tiempo que se asistió a la AERONAUTICA CIVIL y recopilados anteriormente, realizaremos nuestro análisis empleando el criterio de diseño para verificar y comprobar el estado en que se encuentran las diferentes subestaciones.

Tendremos en cuenta conductores, protecciones y transformadores.

TRANSFORMADORES.

Según la norma NTC 2050, en la sección 450-3 para protecciones contra sobrecorrientes del transformador de potencia, la capacidad de corriente nominal no excederá el 250 % de la corriente secundaria nominal del transformador. Analizaremos a continuación cada transformador.

TRANSFORMADOR SUBESTACIÓN EXTERIOR 2000 kVA.

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 33.47 \text{ A}$

$33.47 \text{ A} \times 1.25 = 41.83 \text{ A}$

$33.47 \text{ A} \times 2.5 = 83.67$

Protección existente por alta (fusible) = 40 A

La protección existente es de 40 A, la cual no se encuentra en el rango del 125 % y 250 %, indicado en la norma NTC 2050 en la sección 450 - 3, por tanto se recomienda cambiar los fusibles por uno de 45 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 41.83

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 87.5 \text{ A}$

$87.5 \text{ A} \times 1.25 = 109.40 \text{ A}$

$87.5 \text{ A} \times 2.5 = 218.75 \text{ A}$

Protección existente por baja fusible = 80 A

La protección existente es de 80 A, la cual no se encuentra en el rango del 125 % y 250 %, indicado en la norma NTC 2050 en la sección 450 - 3, por tanto se recomienda cambiar los fusibles por uno de 110 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 140 A y la corriente calculada fue de 109.40 A.

TRANSFORMADOR SERVICIO GENERALES 45 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 1.96 \text{ A}$

$1.96 \text{ A} \times 1.25 = 2.45 \text{ A}$

$1.96 \text{ A} \times 2.5 = 4.9 \text{ A}$

Protección existente por alta (fusible) = 2 A

La protección existente es de 2 A, la cual no se encuentra en el rango del 125 % y 250 %, indicado en la norma NTC 2050 en la sección 450 - 3, por tanto se recomienda cambiar los fusibles por uno de 2.5 o 3 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 2.45 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 118.5 \text{ A}$

$118.5 \text{ A} \times 1.25 = 148.20 \text{ A}$

$118.5 \text{ A} \times 2.5 = 296.25 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 125 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (125 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 118.5 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 190 A y la corriente calculada fue de 148.20 A.

SUBESTACIÓN INTERIOR

TRANSFORMADOR SUBESTACIÓN INTERIOR 800 kVA.

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 35 \text{ A}$

$35 \text{ A} \times 1.25 = 43.75 \text{ A}$

$35 \text{ A} \times 2.5 = 87.50 \text{ A}$

Protección existente por alta (fusible) = 40 A

La protección existente es de 40 A, la cual no se encuentra en el rango del 125 % y 250 %, indicado en la norma NTC 2050 en la sección 450 - 3, por tanto se recomienda cambiar los fusibles por uno de 45 o 50 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 43.75 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 1050 \text{ A}$

$1050 \text{ A} \times 1.25 = 1312.5 \text{ A}$

$1050 \text{ A} \times 2.5 = 2625 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor 1600 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (1600 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 1050 A.

Alimentador existente 2 conductores por fase No. 500 Kcmil.

$700 \text{ A} \times 2 = 1400 \text{ A}$

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 1400 A y la corriente calculada fue de 1312.5 A.

TRANSFORMADOR BOMBEROS 50 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 65.6 \text{ A}$

$65.6 \text{ A} \times 1.25 = 82 \text{ A}$

$65.6 \text{ A} \times 2.5 = 164 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 100 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (100 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 65.6 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 82 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 131.2 \text{ A}$

$131.2 \text{ A} \times 1.25 = 164 \text{ A}$

$131.2 \text{ A} \times 2.5 = 328 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 150 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (150 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 131.2 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 190 A y la corriente calculada fue de 164 A.

TRANSFORMADOR UPS POWER WEBERT 75 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 98.4 \text{ A}$

$98.4 \text{ A} \times 1.25 = 123 \text{ A}$

$98.4 \text{ A} \times 2.5 = 246 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 100 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (100 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 98.4 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 140 A y la corriente calculada fue de 123 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 196.8 \text{ A}$

$196.8 \text{ A} \times 1.25 = 246 \text{ A}$

$196.8 \text{ A} \times 2.5 = 492 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 200 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (200 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 196.8 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 260 A y la corriente calculada fue de 246 A.

TRANSFORMADOR UPS CLORIDE 75 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 98.4 \text{ A}$

$98.4 \text{ A} \times 1.25 = 123 \text{ A}$

$98.4 \text{ A} \times 2.5 = 246 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 125 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (125 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 98.4 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 140 A y la corriente calculada fue de 123 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 113.9 \text{ A}$

$113.9 \text{ A} \times 1.25 = 142.4 \text{ A}$

$113.9 \text{ A} \times 2.5 = 285 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 150 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (150 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 113.9 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 260 A y la corriente calculada fue de 142.4 A.

TRANSFORMADOR MOTORES Y HERRAMIENTAS 112.5 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 147.6 \text{ A}$

$147.6 \text{ A} \times 1.25 = 184.5 \text{ A}$

$147.6 \text{ A} \times 2.5 = 369 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 200 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (200 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 147.6 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 140 A y la corriente calculada fue de 184.5 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 295.2 \text{ A}$

$295.2 \text{ A} \times 1.25 = 369 \text{ A}$

$295.2 \text{ A} \times 2.5 = 737.5 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 400 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (400 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 295.2 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 405 A y la corriente calculada fue de 369 A.

TRANSFORMADOR CUARTO # 2 45 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 59 \text{ A}$

$59 \text{ A} \times 1.25 = 73.75 \text{ A}$

$59 \text{ A} \times 2.5 = 147.5 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 100 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra sobredimensionado ya que el valor nominal de este (100 A), corresponde a un valor superior del valor calculado que es de 59 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 73.75 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 118.1 \text{ A}$

$118.1 \text{ A} \times 1.25 = 147.6 \text{ A}$

$118.1 \text{ A} \times 2.5 = 295.3 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 150 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (150 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 118.1 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 140 A y la corriente calculada fue de 147.6 A.

TRANSFORMADOR CUARTO # 2 30 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 39.4 \text{ A}$

$39.4 \text{ A} \times 1.25 = 49.3 \text{ A}$

$39.4 \text{ A} \times 2.5 = 98.5 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 60 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (60 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 39.4 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 140 A y la corriente calculada fue de 123 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 78.74 \text{ A}$

$78.74 \text{ A} \times 1.25 = 98.4 \text{ A}$

$78.74 \text{ A} \times 2.5 = 196.9 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 125 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra sobredimensionado ya que el valor nominal de este (125 A), corresponde a un valor superior del valor calculado que es de 78.74 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 98.4 A.

TRANSFORMADOR CUARTO # 4 50 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 65.6 \text{ A}$

$65.6 \text{ A} \times 1.25 = 82 \text{ A}$

$65.6 \text{ A} \times 2.5 = 164 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 60 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra subdimensionada ya que el valor nominal de este (60 A), y corresponde al valor próximo inferior del valor calculado que es de 65.6 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 82 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 131.2 \text{ A}$

$131.2 \text{ A} \times 1.25 = 164 \text{ A}$

$131.2 \text{ A} \times 2.5 = 328 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 150 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (150 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 113.9 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 190 A y la corriente calculada fue de 164 A.

TRANSFORMADOR TOMAS Y ALUMBRADO 45 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 59.1 \text{ A}$

$59.1 \text{ A} \times 1.25 = 73.9 \text{ A}$

$59.1 \text{ A} \times 2.5 = 147.8 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 80 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (80 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 59.1 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 73.9 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 118.1 \text{ A}$

$118.1 \text{ A} \times 1.25 = 147.7 \text{ A}$

$118.1 \text{ A} \times 2.5 = 295.3 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 150 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (150 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 118.1 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 190 A y la corriente calculada fue de 147.7 A.

TRANSFORMADOR EQUIPO ELECTRÓNICA 45 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 59.1 \text{ A}$

$59.1 \text{ A} \times 1.25 = 73.9 \text{ A}$

$59.1 \text{ A} \times 2.5 = 147.8 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 100 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra sobredimensionada ya que el valor nominal de este (100 A), y corresponde a un valor superior del valor calculado que es de 59.1 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 73.9 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 118.1 \text{ A}$

$118.1 \text{ A} \times 1.25 = 147.7 \text{ A}$

$118.1 \text{ A} \times 2.5 = 295.3 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 150 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (150 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 118.1 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 190 A y la corriente calculada fue de 147.7 A.

TRANSFORMADOR CASA EMISORA 25 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 32.8 \text{ A}$

$32.8 \text{ A} \times 1.25 = 41 \text{ A}$

$32.8 \text{ A} \times 2.5 = 82 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 50 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (50 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 32.8 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 41 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 65.6 \text{ A}$

$65.6 \text{ A} \times 1.25 = 82 \text{ A}$

$65.6 \text{ A} \times 2.5 = 164 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 80 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (80 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 65.6 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 105 A y la corriente calculada fue de 82 A.

TRANSFORMADOR RADAR – ILS 200 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 262.5 \text{ A}$

$262.5 \text{ A} \times 1.25 = 328.2 \text{ A}$

$262.5 \text{ A} \times 2.5 = 656.3 \text{ A}$

Protección existente por alta interruptor 200 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra subdimensionada ya que el valor nominal de este (200 A), corresponde a un valor inferior del valor calculado que es de 262.5 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 350 A y la corriente calculada fue de 328.2 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 48.1 \text{ A}$

$48.1 \text{ A} \times 1.25 = 60.1 \text{ A}$

$48.1 \text{ A} \times 2.5 = 120.3 \text{ A}$

Protección existente por baja fusible de 40 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra subdimensionada ya que el valor nominal de este (40 A), corresponde a un valor inferior del valor calculado que es de 48.1 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 60.1 A.

SUBESTACIÓN RADAR

TRANSFORMADOR RADAR # 1 45 kVA

Protección por alta

$I_{\text{primario}} = 10.8 \text{ A}$

$10.8 \text{ A} \times 1.25 = 13.5 \text{ A}$

$10.8 \text{ A} \times 2.5 = 27 \text{ A}$

Protección existente por alta fusible 15 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (15 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 10.8 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 13.5 A.

Protección por baja

$I_{\text{secundario}} = 68.2 \text{ A}$

$68.2 \text{ A} \times 1.25 = 85.25 \text{ A}$

$68.2 \text{ A} \times 2.5 = 170.5 \text{ A}$

Protección existente por baja interruptor de 70 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (70 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 68.2 A.

Los alimentadores se encuentran en su punto máximo de corriente ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 85.25 A.

TRANSFORMADOR RADAR # 2 45 kVA

Protección por alta

$$I_{\text{primario}} = 10.8 \text{ A}$$

$$10.8 \text{ A} \times 1.25 = 13.5 \text{ A}$$

$$10.8 \text{ A} \times 2.5 = 27 \text{ A}$$

Protección existente por alta fusible 15 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (15 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 10.8 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 13.5 A.

Protección por baja

$$I_{\text{secundario}} = 118.1 \text{ A}$$

$$118.1 \text{ A} \times 1.25 = 147.7 \text{ A}$$

$$118.1 \text{ A} \times 2.5 = 295.3 \text{ A}$$

Protección existente por baja interruptor de 125 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (125 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 118.1 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 190 A y la corriente calculada fue de 147.7 A.

TRANSFORMADOR LOCALIZADOR 10 kVA

Protección por alta

$$I_{\text{primario}} = 2.95 \text{ A}$$

$$2.95 \text{ A} \times 1.25 = 3.7 \text{ A}$$

$$2.95 \text{ A} \times 2.5 = 7.4 \text{ A}$$

Protección existente por alta fusible 10 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra sobredimensionada ya que el valor nominal de este (10 A), corresponde a un valor superior del valor calculado que es de 2.95 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 13.5 A.

Protección por baja

$$I_{\text{secundario}} = 32.35 \text{ A}$$

$$32.35 \text{ A} \times 1.25 = 40.4 \text{ A}$$

$$32.35 \text{ A} \times 2.5 = 80.9 \text{ A}$$

Protección existente por baja interruptor de 40 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (40 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 32.35 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 40.4 A.

SUBESTACIÓN SUBTERRANEA

TRANSFORMADOR GLIDESLOPE 10 kVA

Protección por alta

$$I_{\text{primario}} = 2.95 \text{ A}$$

$$2.95 \text{ A} \times 1.25 = 3.7 \text{ A}$$

$$2.95 \text{ A} \times 2.5 = 7.4 \text{ A}$$

Protección existente por alta fusible 10 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra sobredimensionada ya que el valor nominal de este (10 A), corresponde a un valor superior del valor calculado que es de 2.95 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 13.5 A.

Protección por baja

$$I_{\text{secundario}} = 32.35 \text{ A}$$

$$32.35 \text{ A} \times 1.25 = 40.4 \text{ A}$$

$$32.35 \text{ A} \times 2.5 = 80.9 \text{ A}$$

Protección existente por baja interruptor de 40 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (40 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 32.35 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 40.4 A.

TRANSFORMADOR MARCADOR 15 kVA

Protección por alta

$$I_{\text{primario}} = 4.42 \text{ A}$$

$$4.42 \text{ A} \times 1.25 = 5.53 \text{ A}$$

$$4.42 \text{ A} \times 2.5 = 11.05 \text{ A}$$

Protección existente por alta fusible 10 A.

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien dimensionada ya que el valor nominal de este (10 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 5.53 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 5.53 A.

Protección por baja

$$I_{\text{secundario}} = 48.22 \text{ A}$$

$$48.22 \text{ A} \times 1.25 = 60.28 \text{ A}$$

$$48.22 \text{ A} \times 2.5 = 120.55 \text{ A}$$

Protección existente por baja interruptor de 50 A

Se puede observar que la protección existente se encuentra bien diseñada ya que el valor nominal de este (50 A), corresponde al valor próximo superior del valor calculado que es de 48.22 A.

Los alimentadores se encuentran bien diseñados ya que los conductores pueden soportar 80 A y la corriente calculada fue de 60.28 A.

4. PORCENTAJE DE RESERVA TECNICA DE LOS TRANSFORMADORES

Este estudio de reserva técnica es de gran importancia ya que le permite conocer a la AERONAUTICA CIVIL, la capacidad de reserva de cada transformador que conforma el sistema eléctrico de potencia y así tenerlo en cuenta en caso de adición o instalación de nueva carga.

Como se aprecia en la tabla no se encontraron transformadores sobrecargados.

La siguiente formula nos permitió encontrar el porcentaje de reserva técnica de los transformadores:

$$\% \text{reserva} = ((\text{potencia instalada} - \text{potencia demandada}) / (\text{potencia instalada})) * 100$$

Tabla 45. Porcentaje De Reserva Técnica De Los Transformadores

PORCENTAJE DE RESERVA TECNICA DE LOS TRANSFORMADORES						
Descripción	Potencia nominal (kVA)	Potencia consumida		Reserva		%
		kW	kVA	kW	kVA	
Transformador Servicios Generales	45	34	36	8.55	9	20
Transformador Subestación Interior	800	306	322	454.1	478	60

Transformador Bomberos	50	38.8	40.8	8.74	9.2	18.4
Transformador UPS Power Webert	75	49	51.6	22.2	23.4	31.2
Transformador UPS Cloríde	75	39.2	41.3	32	33.7	44.9
Transformador Motores y Herramientas	112.5	40	42.1	66.8	70.4	62.6
Transformador Cuarto # 2	45	30	32	12.3	13	29
Transformador Cuarto # 2	30	11.76	12.4	16.7	17.6	58.7
Transformador Cuarto # 4	50	1.3	1.37	46.2	48.6	97.26
Transformador Tomas y Alumbrado	45	14.5	15.3	28.2	29.7	66
Transformador Casa Emisora	25	3.2	3.4	20.5	21.6	86.4
Transformador Equipo Electrónica	45	40.18	42.3	2.6	2.7	6
Transformador Radar – ILS	200	50	52.6	140	147.4	73.7

Transformador Radar # 1	45	16	16.8	26.8	28.2	62.7
Transformador Radar # 2	45	15	16	27.5	29	64.4
Transformador Localizador	10	3.7	3.9	5.8	6.1	61
Transformador Glideslope	10	6.7	7.05	2.8	2.95	29.5
Transformador Marcador	10	8.9	9.4	0.57	0.6	6

Tabla 46. Barraje De Cortocircuito

BARRAJE DE LA SUBESTACION			
BÁRRAJE DE LA SUBESTACIÓN	TENSIÓN (kV)	CORRIENTE (A)	CORTOCIRCUITO (kAsc)
SUBESTACIÓN EXTERIOR	13.2	630	20
SUBESTACIÓN INTERIOR	0.440	1600	25
SUBESTACIÓN RADAR	24	15	20
SUBESTACIÓN SUBTERRÁNEA	2.4	5	20

5. IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS

Se realizó en cada subestación de la AERONÁUTICA CIVIL, una identificación de cada circuito que conforma los tableros de distribución, con el fin de conocer el calibre del conductor y la protección de cada circuito. Posteriormente se realizó un análisis empleando el criterio de diseño para verificar y comprobar el estado de los circuitos, teniendo en cuenta el calibre del conductor y las protecciones.

En las tablas de cada tablero se especifican la protección calculada y la actual.

5.1 SUBESTACIÓN EXTERIOR

La subestación exterior cuenta con un tablero general para uso de servicios generales de la subestación, el tablero general lo conforman tres circuitos que son los siguientes:

TABLERO DE ALUMBRADO

Este situado dentro de la subestación exterior, tiene un tablero trifásico con 12 circuitos.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITOS NÚMEROS 1 Y 3. Controlan las 8 luminarias de mercurio, que iluminan la parte exterior de la subestación, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2. Reserva
- CIRCUITO NÚMERO 4. Reserva
- CIRCUITOS NÚMEROS 5 Y 7. Controlan las 7 luminarias de mercurio que iluminan la parte interior de la subestación, su protección es de 2x15 a, y su calibre de conductor AWG # 12
- CIRCUITO NÚMERO 6. Reserva

- CIRCUITO NÚMERO 7. Reserva
- CIRCUITO NÚMERO 9. Controlan las 8 luminarias fluorescente 1x20 W, que iluminan la parte interior de la subestación, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12
- CIRCUITO NÚMERO 10. Reserva
- CIRCUITO NÚMERO 11. Reserva
- CIRCUITO NÚMERO 12. Reserva

TOMAS DE MANTENIMIENTO

Lo conforman 2 tomacorrientes de 120 V, 15 A, 2 tomacorriente trifilar 220 V, 20 A, 2 tomacorrientes trifásico 32 A.

CARGADOR DE BATERÍA

Planta de emergencia para alumbrado, tomacorrientes, y monitor de alarma de la subestación.

Figura 5. Transformador 45 kVA de servicios generales subestación exterior



Figura 6. Tablero de servicio general de la subestación exterior



Tabla 47. Tablero subestación exterior

TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACION EXTERIOR												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	ILUMINACION	ALUMBRADO			TOMAS		VATIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADOS AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1-3-5	TOMAS DE MANTENIMIENTO				2	4	10000	26.27430373	26.2743037	26.2743037	3*100	3*100
2	RESERVA											
4	RESERVA											
6	RESERVA											
7-9-11	CARGADOR DE BATERIA						20000	52.54860746	52.5486075	52.5486075	3*70	3*70
8-10-12	TABLERO DE ALUMBRADO						1770	4.65055176	4.65055176	4.65055176	3*10	3*10
13	RESERVA											
15	RESERVA											
16	RESERVA											
17	RESERVA											
18	RESERVA											
TOTAL							31770	83.47346295	83.473463	83.473463		
								%DESBALANCE	0	%		

TABLERO DE ALUMBRADO DE LA SUBESTACION EXTERIOR												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		VATIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADOS AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	208 V		L1	L2	L3		
1-3	ALUMBRADO EXTERIOR		8				560	1.471361009	1.47136101		2X15	2X15
2	RESERVA											
4	RESERVA											
5-7	ALUMBRADO INTERIOR			7			1050	2.758801892		2.75880189	2X15	2X15
6	RESERVA											
8	RESERVA											
9	ALUMBRADO Y CARGADOR DE BATERIA	8 (1*20)					160		1.33333333		1X15	1X15
10	RESERVA											
11	RESERVA											
12	RESERVA											
TOTAL							1770	4.230162901	2.80469434	2.75880189		
								%DESBALANCE	34.7826087	%		

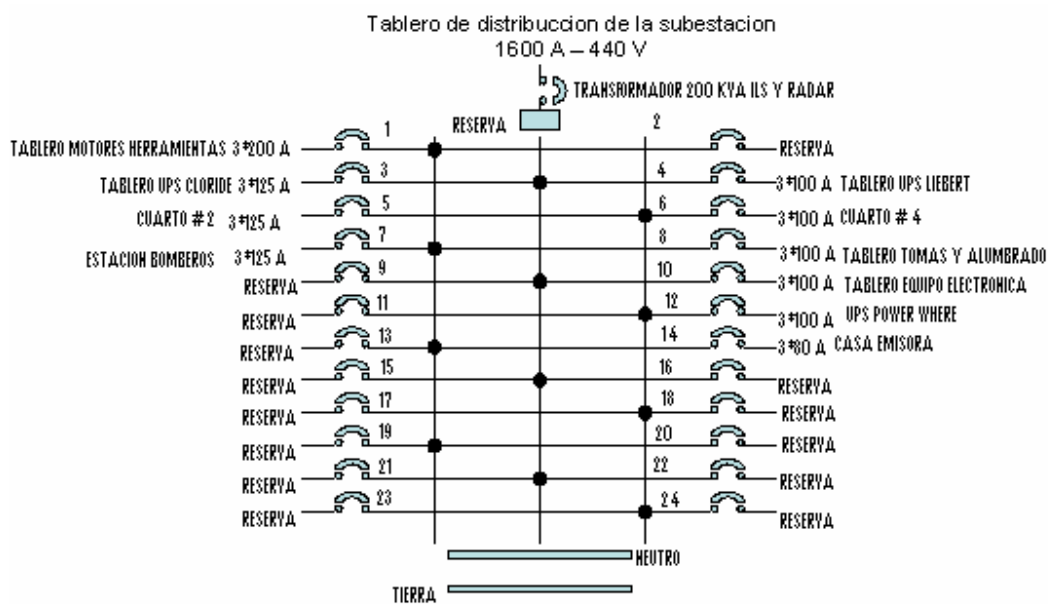
								L1	L2	L2		
TOTAL							33540	87.70362585	86.2781573	86.2322648		
								%DESBALANCE	1.677651288	%		

5.2 SUBESTACIÓN INTERIOR

La subestación interior cuenta con un tablero general, de ahí se distribuyen a los diferentes sitios de carga de la subestación, el tablero general lo conforman 9 circuitos que son los siguientes:

- ❖ Tablero estación bomberos
- ❖ Tablero UPS power Webert
- ❖ Tablero UPS cloríde
- ❖ Tablero motores y herramientas
- ❖ Tablero cuarto # 2
- ❖ Tablero cuarto # 4
- ❖ Tablero tomas y alumbrado
- ❖ Tablero casa emisora
- ❖ Tablero equipo electrónica

Figura 7. Tablero de distribución de la subestación interior



TABLERO ESTACION BOMBEROS

La estación bombero esta conformada por 4 tableros conectados en paralelo.

Figura 8. Transformador de la estación bomberos 50 kVA



Tablero 1 (edificio bomberos)

Lo componen los circuito de alumbrado y tomacorriente, este tablero es trifásico.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 2. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 4. Controla las luces de la cocina, baño, sala y un tomacorriente para la nevera, tiene 15 lámpara de 2*32W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 5. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Controla las luces y tomacorriente de la oficina y el baño, son 6 lámpara fluorescente de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Controla los tomacorrientes de la oficina principal, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Controla el horno microonda y la estufa de dos boquillas, su protección es de 2x50 A, y su calibre de conductor AWG # 8.
- CIRCUITO NÚMERO 9. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 10. Controla los tomacorrientes de la sala, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 11. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 12. Controla las luminarias del cuarto oficial, oficiadato y parte de la sala, 6 lámparas de fluorescente de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 13. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 14. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 15. Circuito no identificado
- CIRCUITO NÚMERO 16. Controla los tomacorrientes de los dormitorios, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 17. Controla las luces de los dormitorios y pasillo, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 18. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 19. Circuito no identificado.

- CIRCUITO NÚMERO 20 y 22. Controla el aire acondicionado de la oficina jefe, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 21 y 23. Controla las luces de las canchas, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 8.
- CIRCUITO NÚMERO 24. Dispuesto como reserva.

Tablero 2 (tablero de patio de maquina)

Lo componen los circuitos de alumbrado a las afuera del edificio, este tablero es trifásico.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1,3 y 5. Controla el compresor, su protección es de 3x15 A, y su calibre de conductor AWG # 8.
- CIRCUITO NÚMERO 2. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 4. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 9 y 11. Controla las luminarias exteriores, 4 reflectores de sodio de 70 W, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 10 y 12. Controla las luminarias exteriores, 4 reflectores de sodio de 70 W. su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 13. Controla las luminarias fluorescente, 4 lámpara de 4*96 W, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 14. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 15 y 17. Controla las luminarias exteriores, 3 reflectores de sodio de 70 W, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 16 y 18. Controla las luminarias exteriores del gimnasio y el edificio, 2 reflectores de sodio de 70 W, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

Tablero 3 (gimnasio)

Lo componen los circuitos alumbrados y tomacorriente, este tablero es monofásico.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Controla las luminarias interior, 6 lámparas fluorescente de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2. Controla los tomacorrientes del edificio del gimnasio, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

Tablero 4 (guarda de bomberos)

Lo componen los circuitos de alumbrado y tomacorriente.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Controla el aire acondicionado, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 2. Controla los tomacorriente y la iluminación, 2 lámpara de fluorescente de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

Tabla 48. Tablero de bomberos

TABLERO DE BOMBEROS												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACION DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1	RESERVA											
2	RESERVA											
3	RESERVA											
4	LUCES COCINA, BAÑO, SALA Y NEVERA	15 (2*32)			1		1200		10		1x15	1x15
5	RESERVA											
6	(LUCE Y TOMAS) OFICINA , BAÑO	6 (2*32)			2		800			6.666666667	1x15	1x15
7	TOMAS OFICINA PRINCIPAL				6		1000	8.333333333			1x15	1x15
8	HORNO MICROONDA Y ESTUFA				2		3850	32.08333333			1x50	1x20
9	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
10	TOMAS DE SALA				7		1200		10		1x15	1x20
11	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
12	LUCES DE OFICIADATO, CUARTO OFICIAL Y PARTE DE SALA	6 (2*32),1(100w)					584			4.033333333	1x15	1x15
13	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
14	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
15	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
16	TOMAS DE CUARTO				5		1000		5		1x15	1x15
17	LUCES DE CUARTO Y PASILLO	9 (2*32)					600			5	1x15	1x20
18	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
19	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
20-22	AIRE ACONDICIONADO OFICINA JEFE					1	2000	5.254860746	5.254860746		2x15	2x20
21-23	LUCES DE CANCHA			3			750		1.97057278	1.97057278	2x15	2x15
24	RESERVA											
TOTAL							12484	45.67152741	32.22543353	17.67057278		
								%DESBALANCE	61.30943329	%		

Tabla 49. Tablero patio de maquina

TABLERO DE PATIO DE MAQUINA												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 hilos -PUNTO DE UBICACION DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO	BREAKERS ACTUALES
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3	AMPERIOS	AMPERIOS
1-3-5	COMPRESOR						2537	7.050365714	7.050365714	7.050365714	3x15	3x20
2	RESERVA											
4	RESERVA											
6	RESERVA											
7	RESERVA											
8	RESERVA											
9-11	REFLECTORES GRUPO1		4				280		0.735680504	0.735680504	1x15	1x15
10-12	REFLECTORES GRUPO 2		4				280		0.735680504	0.735680504	1x15	1x15
13	LUZ FLUORECENTE	4 (4*96)					1536	12.8			1*15	1*15
14	RESERVA											
15-17	REFLECTORES SODIO EXTERIOR		3				210		0.551760378	0.551760378	1x15	1x15
16-18	REFLECTORES SODIO GIMNASIO Y EDIFICIO		2				140		0.367840252	0.367840252	1x15	1x15
TOTAL							4983	19.85036571	9.441317353	9.441317353		
							%DESBALANCE	52.43754072	%			
AIRE ACONDICIONADO TRIFASICO							18000	50.0222321	50.0222321	50.0222321		3x70

Tabla 50. Tablero guardia bomberos y gimnasio

TABLERO DE LA GUARDA DE BOMBERO											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø-4Hilos PUNTO DE UBICACION DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKERS CALCULADOS	BREAKER ACTUAL
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	AMPERIOS	AMPERIOS
1	AIRE ACONDICIONADO					1	1500	6.818181818	6.818181818	1*15	1*20
2	TOMAS Y LUCES	2 (2*32)			4		600	5		1x15	1x15
4	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									1*15	1*15
TOTAL							2100	11.81818182	6.818181818		
							%DESBALANCE	42.30769231	%		

TABLERO DEL GIMNASIO											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø-4HILOS PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKERS CALCULADOS	BREAKER ACTUAL
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1		AMPERIOS	AMPERIOS
1	ALUMBRADO	9 (2*32)					576	4.8		1x15	1x15
2	TOMAS				6		600	5		1x15	1x15
TOTAL							1176	9.8			
							%DESBALANCE	100	%		

*LAVADORA CONECTADA DIRECTO AL TABLERO

						L1	L2	L3	
TOTAL						38743	137.162297	98.5071648	77.13412224
						%DESBALANCE	43.7643406	%	

UPS POWER WEBERT

En el tablero de la UPS Power Webert solamente se encuentran las protecciones del transformador.

Las UPS por sus siglas en Inglés (Sistemas Interrumpidos de Potencia) o SAI (Sistemas de Alimentación Interrumpida) son equipos indispensables para la protección de equipos críticos tales como centros de cómputo, equipos informáticos, comunicaciones, electrónica sensible, aplicaciones industriales, equipos médicos, sistemas de seguridad, instalaciones financieras, aeropuertos, algunos sistemas de iluminación, entre muchas otras aplicaciones.

Figura 9. UPS Power webert de la subestación interior



TABLERO UPS CLORIDE

En el tablero de la UPS Cloride solamente se encuentran las protecciones del transformador.

El tablero está distribuido así:

Figura 10. Tablero de UPS cloride de la subestación interior

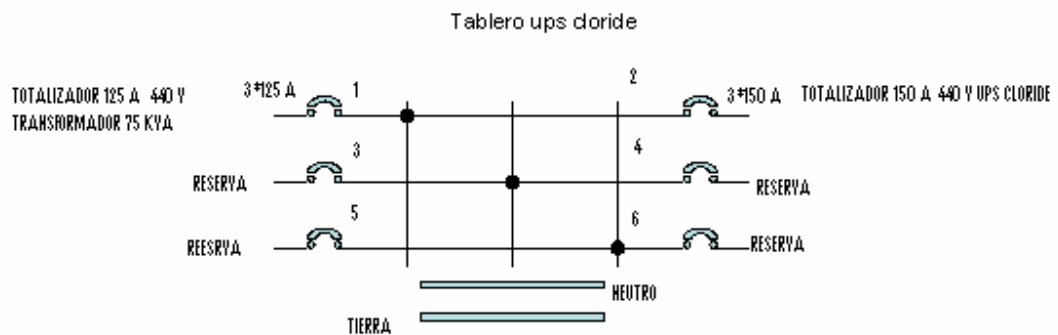


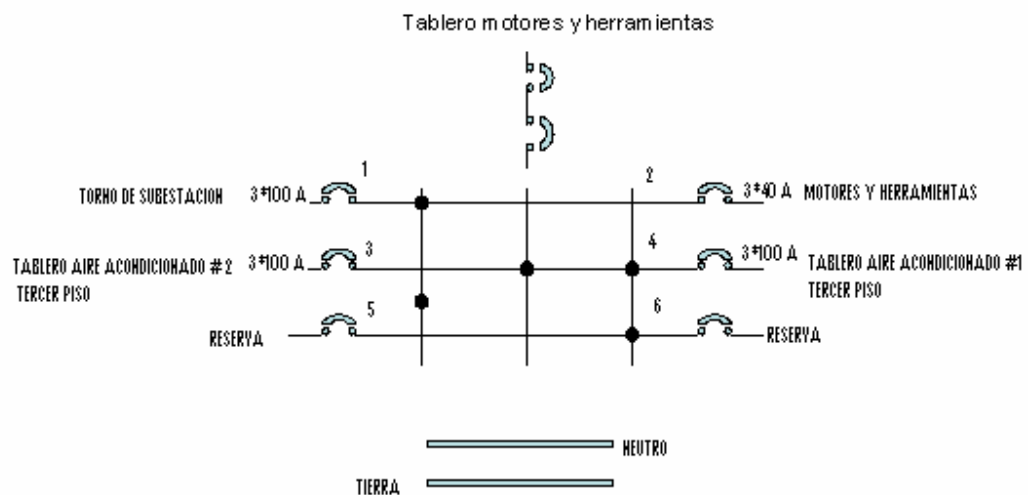
Figura 11. UPS cloride de la subestación interior



TABLERO DE MOTORES Y HERRAMIENTAS

El tablero de Motores y herramientas lo conforman 4 circuitos que son los siguientes:

Figura 12. Tablero de motores y herramientas de la subestación interior



- **TORNO DE SUBESTACIÓN**

Ubicado en la subestación interior, maneja un tablero de 18 circuitos trifásicos y el calibre de su conductor es un # 6, maneja actualmente una carga de 6 kW.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 2 Y 4. Controla los tomacorrientes del cuarto de la planta de emergencia, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Circuito no identificado.

- CIRCUITO NÚMERO 5. Maneja tres lámpara fluorescente de 2*32 W del pasillo de la subestación, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Cargador de batería, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 9. Controla 5 lámparas fluorescente del almacén de la subestación 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 10. Dispuesto como reserva
- CIRCUITO NÚMERO 11. Controla 4 lámpara fluorescente 2*32 W del pasillo, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 12. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 13, 15 Y 17. Controla el compresor, su protección es de 3x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 14, 16 Y 18. Dispuesto como reserva.

- **MOTORES Y HERRAMIENTAS**

Ubicado en la subestación interior, tablero de 24 circuitos trifásicos, maneja actualmente una carga de 11.32 kW.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Controla el alumbrado de la oficina y sala de descanso de la subestación, 5 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 2,4 Y 6. Controla el banco de trabajo de la subestación, su protección es de 2x20 A, y su calibre de conductor AWG # 10.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Controla las luminarias del baño y cocina, 3 lámpara fluorescente 2*39 W, y 5 luces halógenas de 45 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 5. Controla el esmeril, su protección es de 1x40 A, y su calibre de conductor AWG # 8.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Controla 8 lámpara fluorescente 2*32W de la zona de trabajo de la subestación, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9 AL 20. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 21. Controla las luminarias del pasillo 6 lámpara fluorescente 2*39 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 22Y 24. Controla el aire acondicionado de la sala de descanso de la subestación, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 23. Controla las luminarias del comedor y el vestidor de la subestación, 8 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- **TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO # 2**

Ubicado en el tercer piso pasillo de sala técnica, tablero de 30 circuito trifásicos, maneja actualmente una carga de 14.4 kW.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1 Y 3. Controla el aire acondicionado de electrónica #1, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2 Y 4. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 5 Y 7. Controla el aire acondicionado salón de eventos de la aeronáutica civil, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6 Y 8. Controla el aire acondicionado comunicaciones, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9 Y 11. Controla el aire acondicionado de electrónica # 4, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 10 Y 12. Controla el aire acondicionado de electrónica # 6, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 13 Y 15. Controla el aire acondicionado de electrónica # 3, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 14. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 17 Y 19. Controla el aire acondicionado de electrónica # 5, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 16 Y 18. Controla el aire acondicionado de centro de control, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 20 AL 30. Dispuesto como reserva.

•**TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO # 1**

Ubicado en el tercer piso pasillo de sala técnica, tablero de 30 circuitos trifásicos, maneja actualmente una carga de 8.5 kW.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Circuito no identificado
- CIRCUITO NÚMERO 2 Y 4. Controla el aire acondicionado de control técnico, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 3 Y 5. Controla los aire acondicionado de electrónica 7 y 8, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6 Y 8. Controla el aire acondicionado de control técnico, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 7 y 9. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 11 Y 13. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 10 Y 12. Controla el aire de la oficina de soporte técnico, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 14 Y 16. Controla el aire acondicionado de la oficina de salud ocupacional, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 15 AL 30. Dispuesto como reserva.

Tabla 51. Tablero maquina y herramienta

TABLERO DE MAQUINA Y HERRAMIENTA SUBESTACION INTERIOR												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO	BREAKERS ACTUALES
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3	AMPERIOS	AMPERIOS
1	ALUMBRADO OFICINA Y SALA	5 (2*32)					320	2.666666667			1X15	1X20
2-4-6	BANCO DE TRABAJO						3000	7.882291119	7.882291119	7.882291119	3X20	3X50
3	BAÑO Y COCINA	3 (2*39), 5(45)					459		3.825		1X15	1X15
5	ESMERIL						3580			29.833333333	1X40	1X15
7	RESERVA											
8	LAMPARA DE PASILLO	8 (2*32)					512	4.266666667			1X15	1X15
9	RESERVA											
10	RESERVA											
11	RESERVA											
12	RESERVA											
13	RESERVA											
14	RESERVA											
15	RESERVA											
16	RESERVA											
17	RESERVA											
18	RESERVA											
19	RESERVA											
20	RESERVA											
21	LAMPARA DE PASILLO	6(2*39)					468		3.9		1X15	1X15
22-24	AIRE OFICINA					1	2392		6.284813452	6.284813452	2X15	2X20
23	LAMPARA COMEDOR Y VESTIER	8 (2*32)					512			4.266666667	1X15	1X15
TOTAL							11243	14.81562445	21.89210457	48.26710457		
								%DESBALANCE	69.30492396	%		

Tabla 52. Tablero aire acondicionado # 1

TABLERO # 1												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
2-4	AIRE ACONDICIONADO						1700	4.466631634	4.466631634		2X15	2X15
3-5	AIRE ACONDICIONADO						1700		4.466631634	4.466631634	2X15	2X15
6-8	AIRE ACONDICIONADO						1700	4.466631634		4.466631634	2X15	2X15
7	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
9	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
10-12	AIRE ACONDICIONADO						1700		4.466631634	4.466631634	2X15	2X15
11	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
13	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
14-16	SALUD OCUPACIONAL						1700	4.466631634	4.466631634		2X15	2X15
15	RESERVA											
17	RESERVA											
18	RESERVA											
19	RESERVA											
20	RESERVA											
21	RESERVA											
22	RESERVA											
23	RESERVA											
24	RESERVA											
25	RESERVA											
26	RESERVA											
27	RESERVA											
28	RESERVA											
29	RESERVA											
30	RESERVA											
TOTAL							8500	13.3998949	17.86652654	13.3998949		
							%DESBALANCE	25	%			

Tabla 53. Tablero aire acondicionado #2

TABLERO #2												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1-3	AIRE ACONDICIONADO						1800	4.729374672	4.729374672		2X15	2X15
2	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
4	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
5-7	AIRE ACONDICIONADO						1800	4.729374672		4.729374672	2X15	2X15
6-8	AIRE ACONDICIONADO						1800	4.729374672		4.729374672	2X15	2X15
9-11	AIRE ACONDICIONADO						1800		4.729374672	4.729374672	2X15	2X15
10-12	AIRE ACONDICIONADO						1800		4.729374672	4.729374672	2X15	2X15
13-15	AIRE ACONDICIONADO						1800	4.729374672	4.729374672		2X15	2X15
14	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
16-18	AIRE ACONDICIONADO						1800		4.729374672	4.729374672	2X15	2X15
17-19	AIRE ACONDICIONADO						1800	4.729374672		4.729374672	2X15	2X15
20	RESERVA											
21	RESERVA											
22	RESERVA											
23	RESERVA											
24	RESERVA											
25	RESERVA											
26	RESERVA											
27	RESERVA											
28	RESERVA											
29	RESERVA											
30	RESERVA											
TOTAL							14400	23.64687336	23.64687336	28.37624803		
							%DESBALANCE	16.66666667	%			

Tabla 54. Tablero torno subestación

TABLERO TORNO DE SUBESTACION												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1	RESERVA											
2-4	PLANTA DE EMERGENCIA				2	1	1000	3.496603497	2.627430373		2x15	2x20
3	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
5	LAMPARA	3 (2*32)					192			1.6	1x15	1x20
6	CARGADOR DE BATERIA						500			4.166666667	1x15	1x20
7	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
8	RESERVA											
9	ALMACEN	5 (2*32)					390		3.25		1x15	1x15
10	RESERVA											
11	LUCES DEL PASILLO	4 (2*32)					256			2.133333333	1x15	1x15
12	RESERVA											
13-15-17	COMPRESOR						3580	9.406200736	9.406200736	9.406200736	3x15	3x15
14	RESERVA											
16	RESERVA											
18	RESERVA											
TOTAL							5918	12.90270423	15.28363111	17.30620074		
								% DESBALANCE	25.44461705	%		

								L1	L2	L3		
TOTAL							40061	64.76509695	78.68913558	107.3494482		

CUARTO # 2

En el cuarto dos existen tres tableros de distribución. En el momento la carga que tiene conectada no esta en funcionamiento.

Los circuitos se pueden apreciar en la tabla del cuarto # 2.

Figura 13. Transformador 45 kVA y tablero de distribución del cuarto # 2



Tabla 55. Tablero cuarto #2

TABLERO DE CUARTO # 2												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1-3-5	ASCENSOR						15000	39.4114556	39.4114556	39.4114556	3x60	3x80
2-4-6	AIRE ACONDICIONADO						15000	39.4114556	39.4114556	39.4114556	3x60	3x80
7-9-11	RESERVA											
8-10-12	RESERVA											
TOTAL							30000	78.82291119	78.8229112	78.8229112		
								%DESBALANCE	0	%		

TABLERO DE CUARTO # 2												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1-3-5	4 PISO TORRE											3x80
2-4-6	4 PISO TORRE											3x80
7-9-11	1 PISO TORRE											3x80
8-10-12	RESERVA											
TOTAL							0	0	0	0		

TABLERO DE CUARTO # 2												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1-3-5	TOTALIZADOR											3x60
2-4-6	TOTALIZADOR											3x100
7-9-11	RESERVA											
8-10-12	RESERVA											
TOTAL												

CUARTO # 4

En el tablero del cuarto solo se identifico el circuito de la AERONAUTICA CIVIL, tercer piso.

Se puede apreciar en la tabla del cuarto # 4.

Figura 14. Transformador 50 KVA y tablero de distribución del cuarto # 4

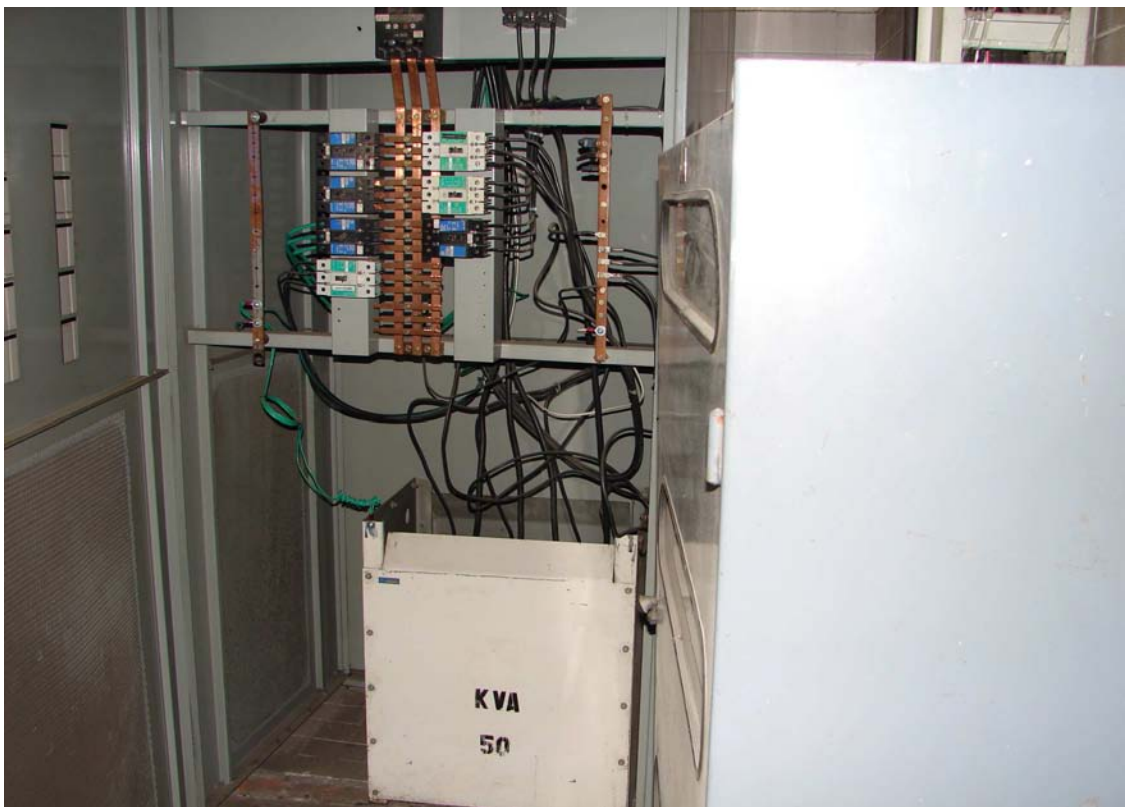


Tabla 56. Tablero cuarto # 4

TABLERO DE CUARTO # 4												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1-3-5	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
2-4-6	AEROCIVIL							5	3.3	5		
7-9-11	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
8-10-12	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
13-15-17	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
14-16-18	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
19-21-23	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
20-22-24	RESERVA											
TOTAL							0	5	3.3	5		

TABLERO DE INMUEBLE # 1												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
2	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
3	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
4	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
5	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
6	TOMA CORRIENTE				3		600			5	1X15	1X15
7	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
8	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
9	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
10	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
11	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
12	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
13	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
14	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
15	LUMINARIAS	3 (2*48)					288		2.4		1X15	1X15
16	LUMINARIAS	4 (2*32)					256		2.133333333		1X15	1X15
17	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
18	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
19	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
20	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
21	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
22	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
23	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
24	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
TOTAL							1144	0	4.533333333	5		

Tabla 57. Tablero cuarto # 4

TABLERO DE INMUEBLE # 2												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos .PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORECIENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										1*15	1*20
2	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										3*20	3*50
3	RESERVA										1*15	1*15
4	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										1*15	1*15
5	LUMINARIAS	2 (2*32)					128			1.066666667		
6	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										1*15	1*20
7	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
8	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
TOTAL							128	0	0	1.066666667		

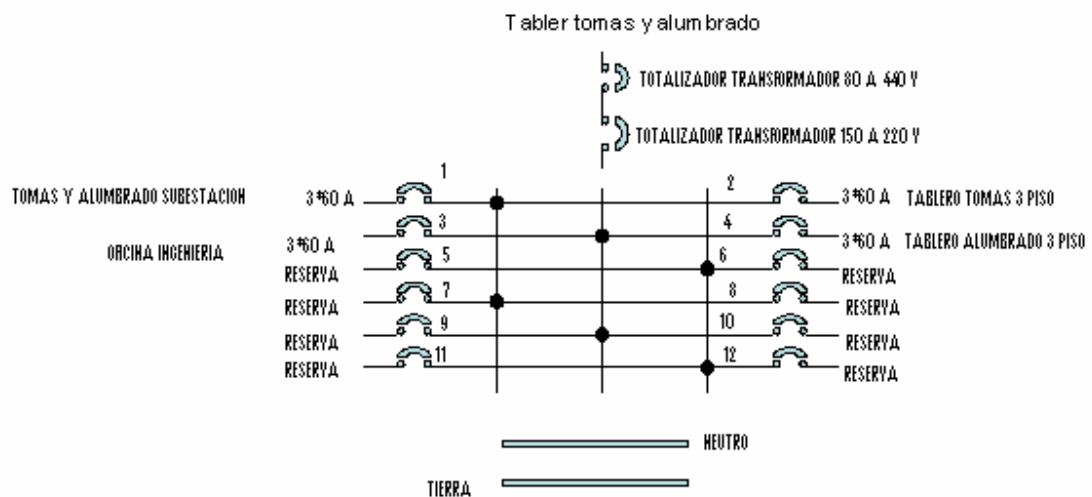
TABLERO DE CONTROL AEREO										
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø-4Hilos PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.										
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS	BREAKERS CALCULADOS AMPERIOS	BREAKER ACTUAL AMPERIOS
		FLUORECIENTE	Na	Hg	120 V.	208 V		L1		
1	RESERVA									
2	RESERVA									
3	RESERVA									
4	RESERVA									
5	RESERVA									
6	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									
7	RESERVA									
8	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									
9	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									
10	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									
11	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									
12	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									
13	RESERVA									
14	RESERVA									
15	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									
16	RESERVA									
17	RESERVA									
18	RESERVA									
19	RESERVA									
20	CIRCUITO NO IDENTIFICADO									
21	RESERVA									
22	RESERVA									
23	RESERVA									
24	RESERVA									
TOTAL							0	0		

						L1	L2	L3		
TOTAL					1272	0	4.53333333	6.06666667		

TABLERO TOMAS Y ALUMBRADO

El tablero de motores y herramientas lo conforman 4 circuitos que son los siguientes:

Figura 15. Tablero de distribución de tomas y alumbrado de la subestación interior



- **TOMAS Y ALUMBRADO SUBESTACION**

Ubicado en la subestación interior, tablero de 6 circuitos monofásico trifilar, maneja actualmente una carga de 5 kW.

El tablero está distribuido así:

- **CIRCUITO NÚMERO 1.** Controla las luminarias de la oficina y sala de descanso de la subestación, 5 lámparas fluorescentes de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 2. Controla la estufa de la subestación de 1 boquilla, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 10.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Controla los electrodomésticos nevera y horno microonda de la subestación, su protección es de 1x20 A, y su calibre de conductor AWG # 10.
- CIRCUITO NÚMERO 4. Controla las luminarias del baño y cocina, 3 lámparas fluorescente de 2*39W y 5 lámparas halógenas de 45 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 5. Controla los tomacorrientes de la oficina y sala de descanso de la subestación, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Dispuesto como reserva.

- **TOMACORRIENTES**

Ubicado en el tercer piso pasillo sala técnica, tablero de 30 circuitos trifásico, maneja actualmente una carga de 3.3 kW.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1 Y 3. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 2, 4 Y 6. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 5 y 7. Controla el aire acondicionado de electrónica # 2, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 9. Dispuesto como reserva.

- CIRCUITO NÚMERO 10 Y 12. Controla el banco de prueba de electrónica, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 11 AL 30. Dispuesto como reserva.

- **OFICINA INGENIERIA**

Ubicado en el tercer piso oficina ingeniería, tablero de 20 circuitos trifásico, maneja actualmente una carga de 3.3 kW.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 2. Controla luminarias de la oficina de control técnico dos lámpara fluorescente 2*48 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 4. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 5. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Controla luminarias de la sala de descanso de electrónica y parte de la sala técnica, 15 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Controla luminarias de la oficina de control técnico dos lámpara fluorescente 2*48 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9. Circuito no identificado.

- CIRCUITO NÚMERO 10. Controla luminarias de la sala de equipo radar de electrónica, 19 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 11. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 12. Controla luminarias de la sala técnica de electrónica, 18 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 13 AL 16. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 17. Controla tomacorriente de la oficina control técnico, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 18 AL 20. Dispuesto como reserva.

- **TABLERO ALUMBRADO**

Ubicado en el tercer piso pasillo sala técnica, tablero de 30 circuitos trifásico, maneja actualmente una carga de 2.9 kW.

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Controla tomacorriente de la oficina conmutador, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2. Controla tres lámparas del pasillo de la sala técnica, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Controla un multitomas de la oficina de electrónica, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 10.

- CIRCUITO NÚMERO 4. Controla luminarias del pasillo y oficinas, 1 lámpara fluorescente de 2*32 w salud ocupacional y coordinación aeropuerto, 2 lámpara fluorescente de 2*32 W pasillo de sala técnica, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 5. Controla 5 luminaria fluorescente en la oficina de ingeniería de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Controla luminaria de oficina, jurídica y presupuesto, 2 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Controla 7 luminarias fluorescente 2*32 W, del pasillo sala técnica, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Controla luminaria fluorescente de la oficina de conmutador y transito aéreo, 2 lámparas por oficina de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9. Controla 7 luminarias fluorescente 2*32 W, del pasillo sala técnica, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 10 AL 30. Dispuesto como reserva.

Tabla 58. Tablero tomas y alumbrado de la subestación interior

TABLERO COCINA SUBESTACION SECUNDARIA											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø-4HILOS PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKERS CALCULADO	BREAKERS ACTUAL AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2		
1	LUCES OFICINA Y SALA	5 (2*32)					320		2.666666667	1x15	1x40
2	ESTUFA				1		1250		10.41666667	1x15	1x20
3	HORNO Y NEVERA				2		1474		12.28333333	1x20	1x30
4	BAÑO Y COCINA	3 (2*39), 5(45)					459	3.825		1x15	1x20
5	TOMAS DE OFICINA Y SALA				4		1500	12.5	0.03333333	1x15	1x20
6	RESERVA										
TOTAL							5003	16.325	25.4		
								% DESBALANCE	35.72834646	%	

Tabla 59. Tablero de alumbrado

TABLERO ALUMBRADO												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORECIENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1	CONMUTADOR Y FOTOCOPIADORA				6		500	4.166666667			1X15	1X15
2	LAMPARAS PASILLO	3 (2*32)					192	1.6			1X15	1X15
3	MULTITOMA GAVINETE AC NET.COM						250		2.083333333		1X15	1X15
4	LAMPARAS PASILLO Y OFICINA	4 (2*32)					256		2.133333333		1X15	1X15
5	LAMPARAS	6 (2*32)					384			3.2	1X15	1X15
6	LAMPARA	2 (2*32)					128			1.066666667	1X15	1X15
7	LAMPARA	7 (2*32)					448	3.733333333			1X15	1X15
8	LAMPARA	4 (2*32)					256	2.133333333			1X15	1X15
9	LAMPARA	7 (2*32)					448		3.733333333		1X15	1X15
10	RESERVA											
11	RESERVA											
12	RESERVA											
13	RESERVA											
14	RESERVA											
15	RESERVA											
16	RESERVA											
17	RESERVA											
18	RESERVA											
19	RESERVA											
20	RESERVA											
21	RESERVA											
22	RESERVA											
23	RESERVA											
24	RESERVA											
25	RESERVA											
26	RESERVA											
27	RESERVA											
28	RESERVA											
29	RESERVA											
30	RESERVA											
TOTAL							2862	11.63333333	3.733333333	4.266666667		
								%DESBALANCE	67.90830946	%		

Tabla 60. Tablero de tomacorrientes

TABLERO DE TOMACORRIENTES												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1-3	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											1*20
2-4-6	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											3*50
5-7	AIRE ACONDICIONADO					1	1800	4.729374672		4.729374672	2*15	1*15 y 1*15
8	RESERVA											
9	FUERA DE SERVICIO											
10-12	BANCO DE PRUEBA DE ELECTRONICA						1500		3.94114556	3.94114556	2*15	1*20 y 1*20
11	RESERVA											
13	RESERVA											
14	RESERVA											
15	RESERVA											
16	RESERVA											
17	RESERVA											
18	RESERVA											
19	RESERVA											
20	RESERVA											
21	RESERVA											
22	RESERVA											
23	RESERVA											
24	RESERVA											
25	RESERVA											
26	RESERVA											
27	RESERVA											
28	RESERVA											
29	RESERVA											
30	RESERVA											
TOTAL							3300	4.729374672	3.94114556	8.670520231		
								%DESBALANCE	54.54645455	%		

Tabla 61. Tablero oficina ingeniería

TABLERO DE OFICINA INGENIERIA												
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø.5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.												
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3		
1	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
2	LUMINARIAS	2 (2*48)					192	1.6			1X15	1X15
3	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
4	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
5	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
6	LUMINARIAS	15 (2*32)					512			4.266666667	1X15	1X15
7	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
8	LUMINARIAS	2 (2*32)					192	1.6			1X15	1X15
9	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
10	LUMINARIAS	19 (2*32)					640		5.333333333		1X15	1X15
11	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
12	LUMINARIAS	18 (2*32)					576			4.8	1X15	1X15
13	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
14	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
15	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
16	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
17	TOMAS CORRIENTES				8		1200			0.066666667	1*15	1*20
18	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
19	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
20	CIRCUITO NO IDENTIFICADO											
TOTAL							3312	3.2	5.333333333	9.133333333		
								%DESBALANCE	64.96350365	%		
								L1	L2	L3		
TOTAL							14477	35.887708	38.40781223	22.07052023		

TABLERO CASA EMISORA

Tiene un tablero monofásico trifilar de 24 circuitos. Tiene una batería de emergencia para los equipos de radio ayudas.

Figura 16. Casa emisora



El tablero está distribuido así:

- **CIRCUITO NÚMERO 1.** Controla las luminarias de la sala técnica, 4 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 2. Controla los tomacorrientes de la casa emisora, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Controla las luminarias de la sala técnica, 6 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 4 Y 6. Controla un tomacorriente de 220 voltios, 20 amperios, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 5. Controla 1 lámpara fluorescente de 2*32 W, del cuarto, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Circuito no identificado.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Controla los tomacorrientes de la sala, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9. Circuito no identificado
- CIRCUITO NÚMERO 10 Y 12. Circuito no identificado
- CIRCUITO NÚMERO 14. Circuito no identificado
- CIRCUITO NÚMERO 15 Y 17. Circuito no identificado
- CIRCUITO NÚMERO 16 Y 24. Dispuesto como reserva.

Tabla 62. Tablero casa emisora

TABLERO CASA EMISORA											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2		
1	SALA LAMPARA	4 (2*32)					256	2.133333333		1X15	1X20
2	TOMACORRIENTES				3		600	5		1X15	1X20
3	SALA LAMPARA	6 (2*32)					384		3.2	1X15	1X20
4-6	TOMACORRIENTE					1	1000	3.223726628	3.223726628	2X15	1X20
5	CUARTO LAMPARA	1 (2*32)					64	0.533333333		1X15	2X20
7	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										1X15
8	TOMACORRIENTES SALA				4		800		6.666666667	1X15	1X20
9	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										3X30
10-12	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										2X15
14	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										1X15
15-17	CIRCUITO NO IDENTIFICADO										2X15
16	RESERVA										
18	RESERVA										
19	RESERVA										
20	RESERVA										
21	RESERVA										
22	RESERVA										
23	RESERVA										
24	RESERVA										
TOTAL							3104	10.89039329	13.09039329		
							%DESBALANCE	16.80621774	%		

TABLERO EQUIPO DE ELECTRÓNICA

El tablero de equipo de electrónica lo conforman dos circuitos:

- Equipo electrónica situado en el tercer piso
- Equipo de casa radares situados en el tercer piso

Tiene una batería de emergencia para los equipos de radio ayudas.

El tablero está distribuido así:

Figura 17. Tablero de distribución de equipo de electrónica de la subestación interior

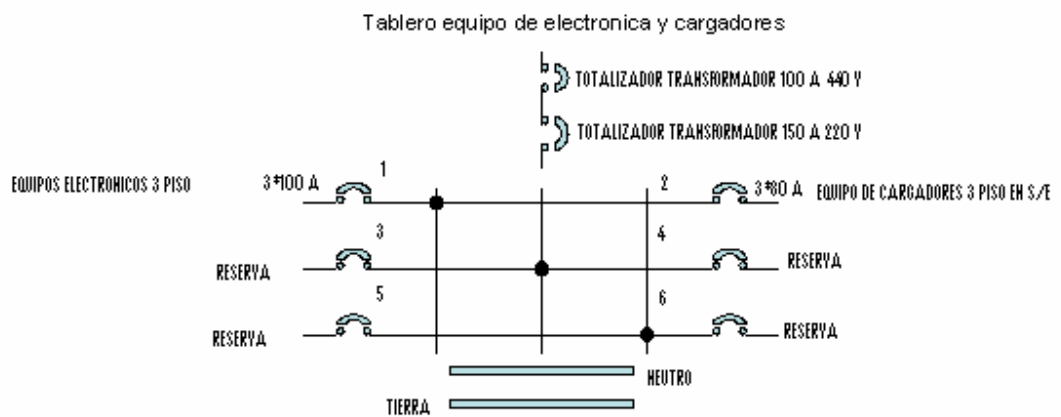


Figura 18. Equipo de electrónica de la subestación interior



5.3 SUBESTACIÓN RADAR – ILS

Este circuito se encuentra en la subestación interior, tiene un transformador trifásico en aceite de 200 kva con voltajes de 440 v a 2400 v, donde solo utilizan dos fases para baja tensiones, tiene como protección dos seccionadores en baja tensión.

El radar se basa en el principio de reflexión de las ondas de radio por los cuerpos sólidos, por tanto se utiliza una determinada banda de frecuencias con excelentes características reflectoras. Las ondas largas (baja frecuencias) no se reflejan con facilidad y tienden a seguir la curvatura de la tierra. Sin embargo las ondas de radio muy cortas de ultra alta o súper alta frecuencia viajan en línea recta y son fácilmente reflejadas por los objetos que se encuentran en su trayectoria.

Con el radar primario el controlador puede conocer la situación en un plano horizontal de todos los aviones que operan en la zona, mientras que con el radar secundario permite conocer diversos datos del avión y así la identificación de este.

El ILS es diseñado para realizar aterrizajes de precisión en condiciones atmosféricas adversas y sobre todo de baja visibilidad, la función principal del ILS es informar a la tripulación si en la aproximación el avión se encuentra en la senda de planeo de la pista, de forma que la toma sea suave.

Figura 19. Radar



La subestación del radar es alimentada del circuito **RADAR ILS**, la componente dos transformadores tipo seco de 45 kVA y tiene como protección cuatro seccionadores trifásico.

- 1 Seccionador general
- 2 Seccionadores para cada transformador
- 1 Seccionador para el localizador

El transformador de 45 KVA # 1 se utiliza para servicios generales del radar.

El transformador de 45 kVA # 2 se utiliza para la antena radar.

El transformador # 1 actualmente tiene una carga instalada de 16kW.

El transformador # 2 actualmente tiene una carga instalada de 15 kW.

La subestación cuenta con dos tableros de distribución.

El tablero principal encargado de controlar el sistema eléctrico interno con un tablero de 18 circuitos, monofásico trifilar.

El tablero secundario encargado de controlara las luminarias exteriores de la subestación, con un tablero de 8 circuito, monofásico trifilar.

La AERONÁUTICA CIVIL, cuenta con un sistema de radio ayudas que son sistemas electrónicos cuyo funcionamiento consiste en una emisión constante de ondas de radio, estas ondas son captadas por el avión que haya sintonizado la frecuencia de esa radioayuda, seguidamente los sistemas del avión traducen esas ondas en datos que son visualizados por la tripulación de cabina, estas son:

- Localizador
- Glideslope
- Marcador

La subestación radar cuenta con un grupo de emergencia, dos UPS de 80 kVA, la UPS A tienen una carga demandada de 10 kVA, esta carga alimenta los equipos electrónicos (radios ayudas), la UPS B tienen una carga demandada de 6 kVA.

Se realizó un censo de carga de las UPS y se encontraron las siguientes observaciones.

OBSERVACIONES:

- No se tiene alumbrado de emergencia en la sala de equipos electrónicos del radar.
- No se tiene unidades de A.A. conectado a la red de emergencia.
- No se tienen alumbrado de emergencia en la sala eléctrica de la subestación.

Figura 20. UPS radar (subestación radar)



TABLERO PRINCIPAL

El tablero está distribuido así:

- **CIRCUITO NÚMERO 1.** Controla los tomacorrientes de la sala de equipos, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- **CIRCUITO NÚMERO 2.** Controla las luminarias de las gradas y el baño, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- **CIRCUITO NÚMERO 3.** Controla los tomacorrientes de la sala de UPS, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 4. Controla las luminarias de las UPS, 2 lámpara fluorescente (4*32 W) y 1 de 2*32W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 5 Y 7. Controla los tomacorrientes de 220v a 20 amperios, de la sala de equipo, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Controla las luminarias de la subestación, 3 lámpara fluorescente (4*32 W), su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Controla las luminarias de la sala de equipo, 12 lámpara fluorescente 4*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9. Controla los tomacorrientes de la oficina su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 10. Controla la luz de navegación, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 11. Controla las luminarias de la oficina, 3 lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 12 Y 14. Controla los tomacorrientes de 220v a 20 amperios, de la torre, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 13. Controla los tomacorrientes de la subestación, (extractor), su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 15. Controla los extractores de la torre del radar, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 16 Y 18. Dispuesto como reserva.

TABLERO SECUNDARIO CALUZ

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1 Y 3. Controla el alumbrado del radar, 7 lámparas de mercurio de 150 W, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2 y 4. Controla el alumbrado exterior del radar, 8 lámparas de sodio de 70W, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 5 Y 7. Controla el alumbrado exterior del radar, 6 lámparas de sodio de 70W, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6 Y 8. Dispuesto como reserva.

Tabla 63. Tablero subestación radar

TABLERO RADAR													
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 3Ø-5 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.													
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS			BREAKERS CALCULADO AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS	
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2	L3			
1	TOMA CORRIENTE SALA				6		1200	10			1x15	1x20	
2	LUZ GRADA BAÑO	7(100w), 1 (2*32)					764	6.366666667			1x15	1x20	
3	TOMA CORRIENTE UPS				3		1000		8.333333333		1x15	1x20	
4	LUZ UPS	2 (4*32), 1(2*32)					560		4.666666667		1x15	1x20	
5-7	TOMAS 208 EQUIPO					2	2000	5.254860746		5.254860746	2x15	2x20	
6	LUZ SUBESTACION	3 (4*32)					384			3.2	1x15	1x20	
8	LUZ SALA EQUIPO	9 (4*32)					1152	9.6			1x15	1x20	
9	TOMAS OFICINA				5		1000		8.333333333		1x15	1x20	
10	LUZ NAVEGACION			1			150		1.25		1x15	1x20	
11	LUZ OFICINA	3 (2*32)					192			1.6	1x15	1x20	
12-14	TOMAS 208 TORRE						2000	5.254860746		5.254860746	2x15	2x20	
13	EXTRACTOR SUBESTACION				5		1500	12.5			1x20	1x20	
15	EXTRACTOR TORRE				3		1500		12.5		1x20	1x20	
16	RESERVA												
17	RESERVA												
18	RESERVA												
TOTAL							13402	48.97638816	35.08333333	15.30972149			
							%DESBALANCE	68.74060733	%				

TABLERO DE CALUZ RADAR											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø 4Hilos PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		VATIOS	AMPERIOS		BREAKERS CALCULADOS AMPERIOS	BREAKER ACTUAL AMPERIOS
		FLUORESCENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L2	L3		
1-3	ALUMBRADO A 208			8			1200	5.454545455	5.454545455	2X15	2X30
2-4	ALUMBRADO EXTERIOR		8				560	2.545454545	2.545454545	2X15	2X20
5-7	ALUMBRADO EXTERIOR		6				420	1.909090909	1.909090909	2X15	2X20
6	RESERVA										
8	RESERVA										
TOTAL							2180	9.909090909	9.909090909		
							%DESBALANCE	0	%		

							L1	L2	L3	
TOTAL DE CARGA						15582	48.97638816	44.99242424	25.2188124	
							%DESBALANCE GENERAL	48.50822335	%	

LOCALIZADOR

Son serie de antenas **localizadoras** están situadas normalmente a unos 1000 pies (305 metros) del final de la pista y suelen consistir de 8 ó 14 antenas direccionales. Se transmiten dos señales entre los 108 MHz y 111.975 MHz. Una está modulada a 90 Hz y la otra a 150 Hz y son transmitidas desde antenas diferentes. Cada antena transmite un haz bastante estrecho, uno ligeramente hacia la izquierda del centro de la pista y la otra ligeramente hacia la derecha. El receptor del localizador en el avión mide la diferencia entre la modulación entre las señales de 90 Hz y 150 Hz: cuando la diferencia es de cero, la antena receptora está en la línea central del localizador, lo que normalmente coincide con el centro de la pista.

El localizador cuenta con un tablero de distribución de 12 circuitos, monofásico trifilar.

Tiene una batería de emergencia para los equipos de radio ayudas.

Figura 21. Localizador



El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Controla equipo de aeronavegación (TXSRES), su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2 Y 4. Totalizador, su protección es de 2x50 A, y su calibre de conductor AWG # 8.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Controla las luces internas del localizador, lámpara fluorescente de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 5 Y 7. Controla el aire acondicionado del localizador, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6 Y 8. Controla el aire acondicionado del localizador, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9. Controla luces de obstrucción, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 10. Controla los tomacorrientes del localizador, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 11. Controla luces de obstrucción, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 12. Controla los tomacorrientes del localizador, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

Figura 22. Transformador localizador 10 kVA



Tabla 64. Tablero localizador

TABLERO LOCALIZADOR											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø-4Hilos PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKERS CALCULADOS AMPERIOS	BREAKER ACTUAL AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	208 V		L1	L2		
1	TXSRES						400	3.333333333		1X15	1X20
2-4	TOTALIZADOR							17.70454545	14.60454545	2X50	2X40
3	LUCES	2 (2*32)					128		1.066666667	1X15	1X15
5-7	AIRES					1	1260	5.727272727	5.727272727	2X15	2X20
6-8	AIRES					1	1260	5.727272727	5.727272727	2X15	2X20
9	LUCES DE OBSTRUCCION			1			150	1.25		1X15	1X15
10	TOMAS				1		200	1.666666667		1X15	1X15
11	LUCES DE OBSTRUCCION			1			150		1.25	1X15	1X20
12	TOMAS				1		100		0.833333333	1X15	1X20
TOTAL							3648	17.70454545	14.60454545		
								%DESBALANCE	17.50962773	%	

5.4 SUBESTACIÓN SUBTERRÁNEA

GLIDESLOPE

Una antena transmisora de la **senda de planeo**, se sitúa a un lado de la zona de la pista donde se produce la toma. La señal GS se transmite a una frecuencia de entre 328.6 MHz y 335.4 MHz, usando una técnica similar a la del localizador; la señal está situada para marcar una senda de planeo de aproximadamente 3° sobre la horizontal.

El localizador cuenta con dos tableros de distribución

El tablero # 1, esta conformado por 12 circuitos, monofásico trifilar.

El tablero # 2, esta conformado por 8 circuitos, monofásico trifilar.

Tiene una batería de emergencia para los equipos de radio ayudas.

Figura 23. Glideslope



TABLERO # 1

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1 Y 3. Controla el aire acondicionado del glideslope, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2 Y 4. Controla el aire acondicionado del glideslope, su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 5. Controla los tomacorrientes del glideslope, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Controla los tomacorrientes del glideslope, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Controla luces de obstrucción, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Controla las luces internas del glideslope, lámpara fluorescente de 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9 Y 11. Controla equipo de aeronavegación (TRANSMISOR), su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 10 Y 12. Controla equipo de aeronavegación (TRANSMISOR), su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

TABLERO # 2

El tablero está distribuido así:

- CIRCUITO NÚMERO 1. Controla equipo de aeronavegación (R), su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2. Controla equipo de aeronavegación (V), su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Controla equipo de aeronavegación (R), su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 4. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 5 y 7. Totalizador, su protección es de 2x50 A, y su calibre de conductor AWG # 8.

Figura 24. Transformador glideslope de 10 kVA



Tabla 65. Tablero glideslope

TABLERO GLIDESLOPE 2											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø4Hilos PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKERS CALCULADOS AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2		
1	R						167		1.391666667	1X15	1X20
2	V						167	1.391666667		1X15	1X20
3	R						167		1.391666667	1X15	1X20
4											
5-6	TOTALIZADOR							32.53712121	26.24545455	2X50	2X40
TOTAL							6631	32.53712121	26.24545455		
								% DESBALANCE	19.33688794	%	

TABLERO GLIDESLOPE 1											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø4Hilos PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKERS CALCULADOS AMPERIOS	BREAKERS ACTUALES AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2		
1-3	AIRES					1	1260	5.727272727	5.727272727	2X15	2X20
2-4	AIRES					1	2392	10.87272727	10.87272727	2X15	2X20
5	TOMAS				8		800	6.666666667		1X15	1X15
6	TOMAS				4		400	3.333333333		1X15	1X15
7	LUCES DE OBSTRUCCION			1			150		1.25	1X15	1X15
8	LUCES	2 (2*32)					128		1.066666667	1X15	1X15
9-11	TRANSMISOR						500	2.272727273	2.272727273	2X15	1X15 Y 1X15
10-12	TRANSMISOR						500	2.272727273	2.272727273	2X15	1X15 Y 1X15
TOTAL							6130	31.14545455	23.46212121		

MARCADOR O RADIOBALIZAS

Las radiobalizas operan a 75 Hz y se utilizan para indicar la altura y posición aproximada a las que se encuentra el avión durante su aproximación. Son tres:

- **Radiobaliza exterior:** localizada a 3.9 millas náuticas (7.2 km) del umbral de la pista. Emite dos rayas (Morse) por segundo con un tono de 400 Hz; su indicador es azul. Se utiliza esta radiobaliza para ayudar a los chequeos de altura, distancia y funcionamiento del equipamiento. Se puede combinar con un NDB para crear una **Radiobaliza Exterior de Localizador**.
- **Radiobaliza intermedia:** se localiza para que, en condiciones de baja visibilidad informe que el contacto con la pista es inminente. Está modulada con un tono de 1300 Hz y emite puntos y rayas (Morse) alternativos. Su color es ámbar.
- **Radiobaliza interior:** cuando está instalada, se localiza para que en condiciones de baja visibilidad se indique que se está a punto de cruzar el umbral de la pista. En esta posición un avión normalmente llega a las condiciones mínimas de la **Categoría II**. La modulación es de puntos a 3000 Hz, 6 por segundo.

El tablero # 1, esta conformado por 12 circuitos, monofásico trifilar.

El tablero # 2, esta conformado por 8 circuitos, monofásico trifilar.

Tiene una batería de emergencia para los equipos de radio ayudas.

Figura 25. Transformador marcador de 15 kVA



El tablero está distribuido así:

TABLERO MARCADOR # 1

- CIRCUITO NÚMERO 1 Y 3. Controla equipo de aeronavegación (radio enlace), su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2 Y 4. Controla equipo de aeronavegación (TXSORES), su protección es de 2x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.

- CIRCUITO NÚMERO 5. . Controla las luces internas del marcador, lámpara fluorescente 2*32 W, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Controla la caseta del vigilante, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 7. Controla los tomacorrientes del marcador, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Controla equipo de aeronavegación (NDB 240 kHz), su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 9 Y 11. Controla el aire acondicionado del marcador, su protección es de 2x20 A, y su calibre de conductor AWG # 10.
- CIRCUITO NÚMERO 10 Y 12. Controla el aire acondicionado del marcador, su protección es de 2x20 A, y su calibre de conductor AWG # 10.

TABLERO MARCADOR # 2

- CIRCUITO NÚMERO 1. Controla luces de obstrucción, su protección es de 1x15 A, y su calibre de conductor AWG # 12.
- CIRCUITO NÚMERO 2. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 3. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 4. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 5 y 7. Totalizador, su protección es de 2x70 A, y su calibre de conductor AWG # 8.
- CIRCUITO NÚMERO 6. Dispuesto como reserva.
- CIRCUITO NÚMERO 8. Dispuesto como reserva.

Figura 26. Cortacircuito

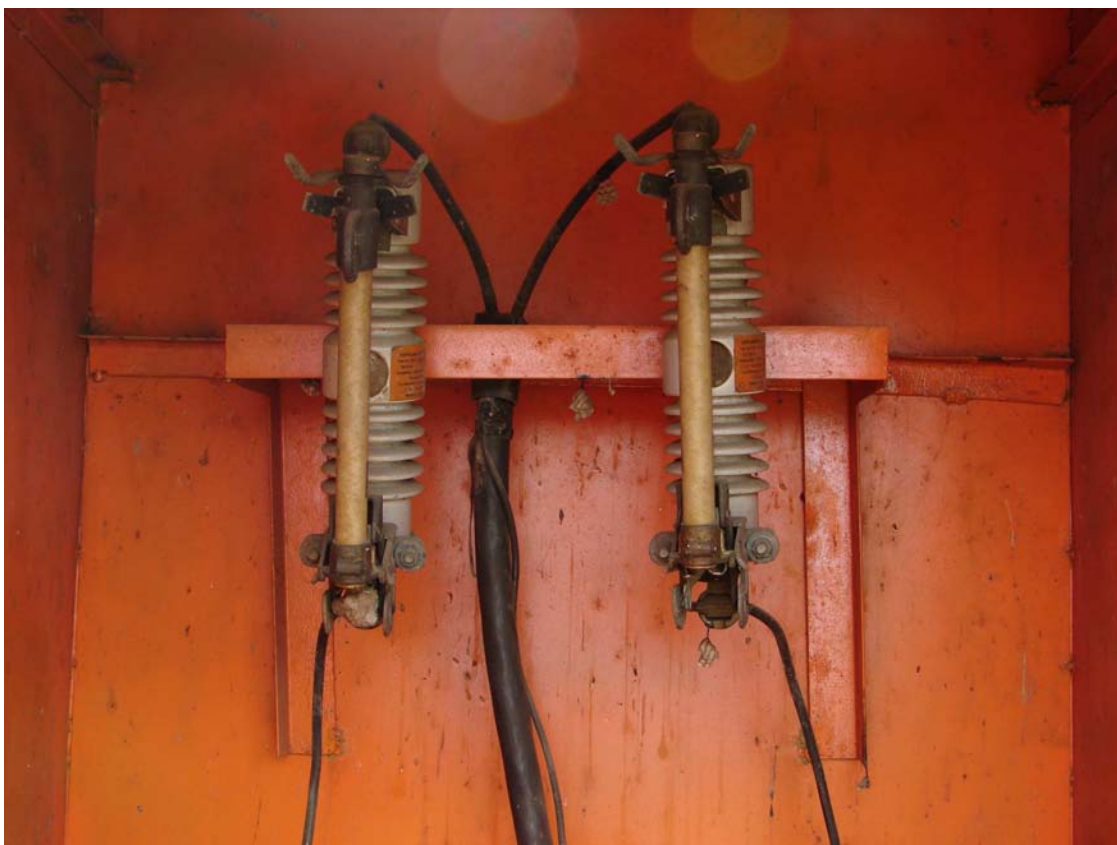


Tabla 66. Tablero marcador

TABLERO MARCADOR 2											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø-3 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKERS ACTUALES AMPERIOS	BREAKERS CALCULADOS AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2		
1	LUCES OBSTRUCCION			1			150	1.25		1x15	1x16
2	RESERVA										
3	RESERVA										
4	RESERVA										
5-7	TOTALIZADOR						8824	38.07121212	41.05454545	2x70	2x70
6	RESERVA										
8	RESERVA										
TOTAL							8824	38.07121212	41.05454545		
								% DESBALANCE	7.266755241		

TABLERO MARCADOR 1											
MODELO DE TABLERO DE CIRCUITOS 2Ø - 3 Hilos -PUNTO DE UBICACIÓN DE LAS CORRIENTES.											
CIRCUITO	DESCRIPCION	ALUMBRADO			TOMAS		WATTIOS	AMPERIOS		BREAKER ACTUALES AMPERIOS	BREAKER CALCULADOS AMPERIOS
		FLUORECENTE	Na	Hg	120 V.	220 V		L1	L2		
1-3	RADIO ENLACE						200	0.909090909	0.909090909	2x50	2x15
2-4	TXSORES						150	0.681818182	0.681818182	2x20	2x15
5	LUCES	2 (2*32)					128	1.066666667		1x15	1x15
6	CASETA DE VIGILANTE	1 (2*32)			1		264	2.2		1x15	1x15
7	TOMAS				4		400		3.333333333	1x15	1x15
8	NDB 240KHZ						500		4.166666667	1x15	1x15
9-11	AIRES					1	3516	15.98181818	15.98181818	2x20	2x30
10-12	AIRES					1	3516	15.98181818	15.98181818	2x20	2x30
TOTAL							8674	36.82121212	41.05454545		

En el análisis se comprobó y verifico que los circuitos se encuentran en buen estado, el calibre de sus conductores es el apropiado y su protección esta bien calculada, con el criterio de diseño.

6. EQUIPO DE MEDIDA

La subestación exterior cuenta con un contador de energía, Realiza la medición por el lado de alta tensión, se encuentra dentro una celda independiente, registra el consumo general de las cargas instaladas por las dos empresas (AERONAUTICA CIVIL y AEROCALI).

Figura 27. Equipo de medida



Medidor trifásico tetrafilar, numero 512701, multirango 3*66, 4 / 115 a, 3*254 / 440 V, 60 Hz, 5 (10) A, ALPHA II, Tipo A1R+Imi, marca ABB.

Por medio de un estudio de flujo de carga realizado por la empresa de energía EPSA, se llegó a la conclusión que AEROCIVIL solo pagaría el 37 % de consumo total de energía y el 63 % lo asumiría AEROCALI.

7. CONSUMOS DE ENERGIA ACTIVA Y REACTIVA DE LA AERONÁUTICA CIVIL

Con los consumos de potencia entregada por la empresa comercializadora de energía, se analizo el consumo de potencia de la AERONAUTICA CIVIL.

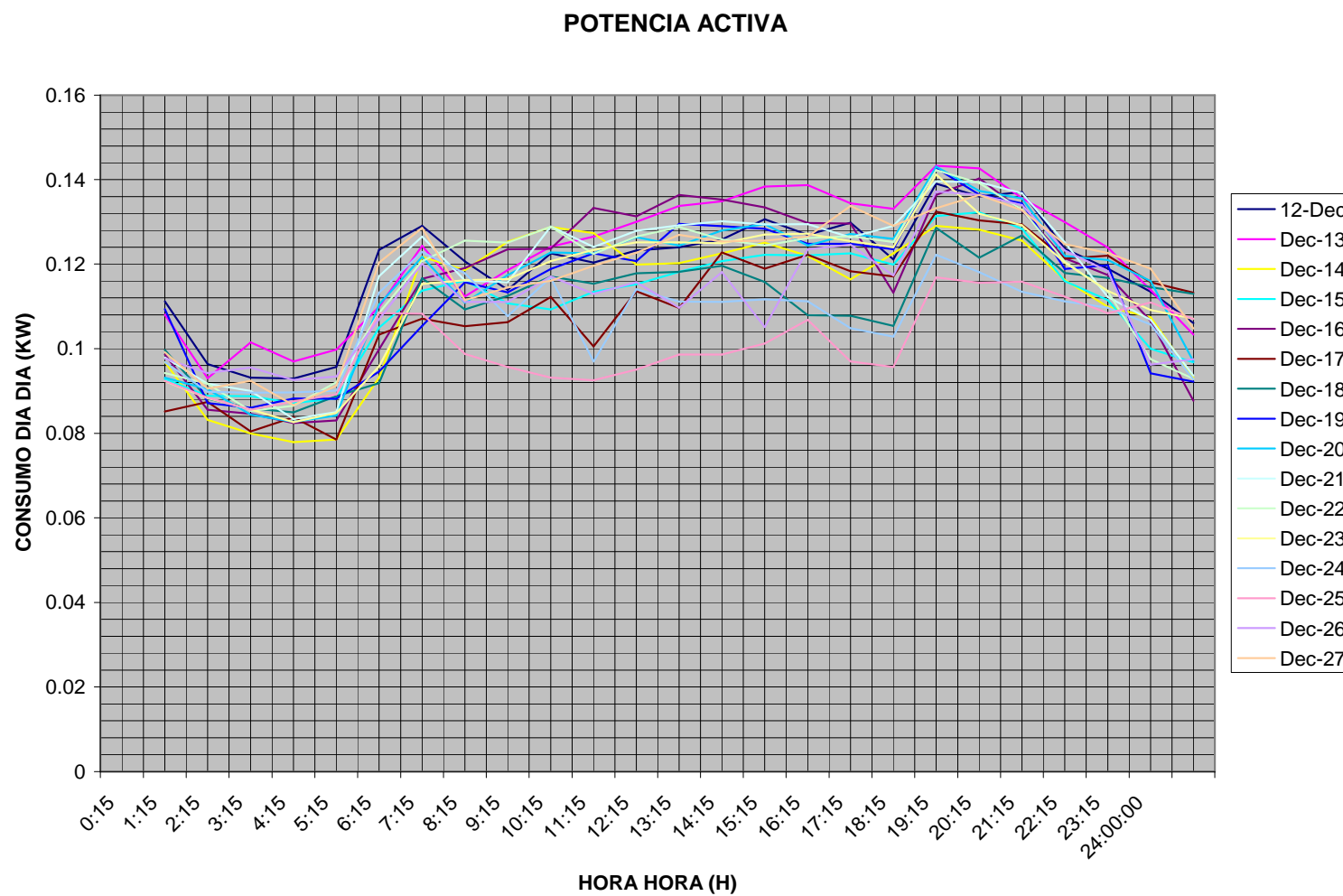
En la gráfica # 2, de potencia reactiva se analiza que después de las 7:00 am, se empieza a incrementar el consumo de energía eléctrica hasta las 8:00 pm, el consumo promedio diarios de la potencia reactiva es de 3.5 kVAR, gráfica # 4.

En la gráfica # 1, de potencia activa se analiza que después de las 8:00 am, se empieza a incrementar el consumo de energía eléctrica hasta las 7:00 pm, el consumo promedio diarios de la potencia activa es de 10.5 kW, gráfica # 3.

El consumo total de potencia activa en un mes es de 765.63 kW.

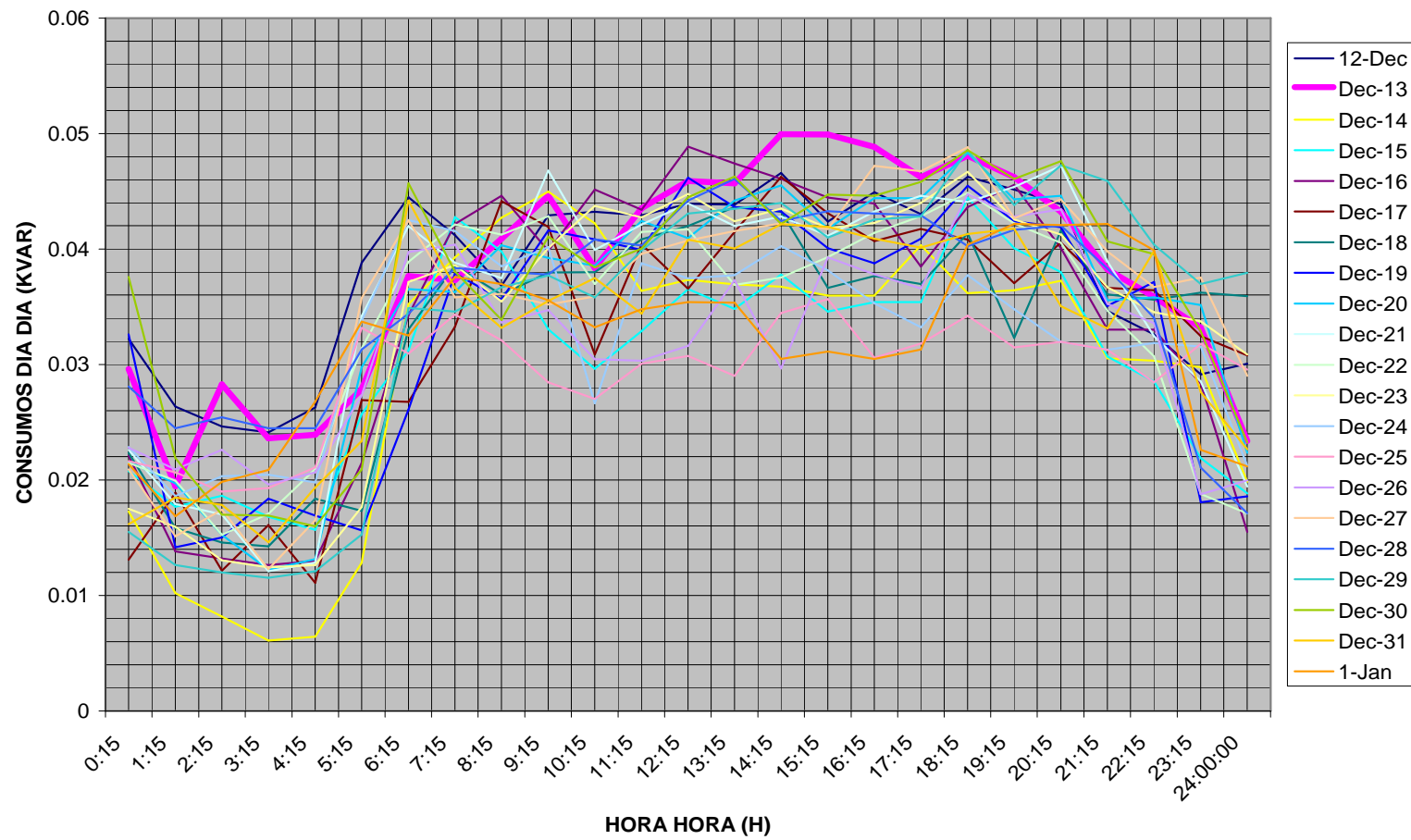
El consumo total de potencia reactiva en un mes es de 235.89 kVAR.

GRAFICA #1



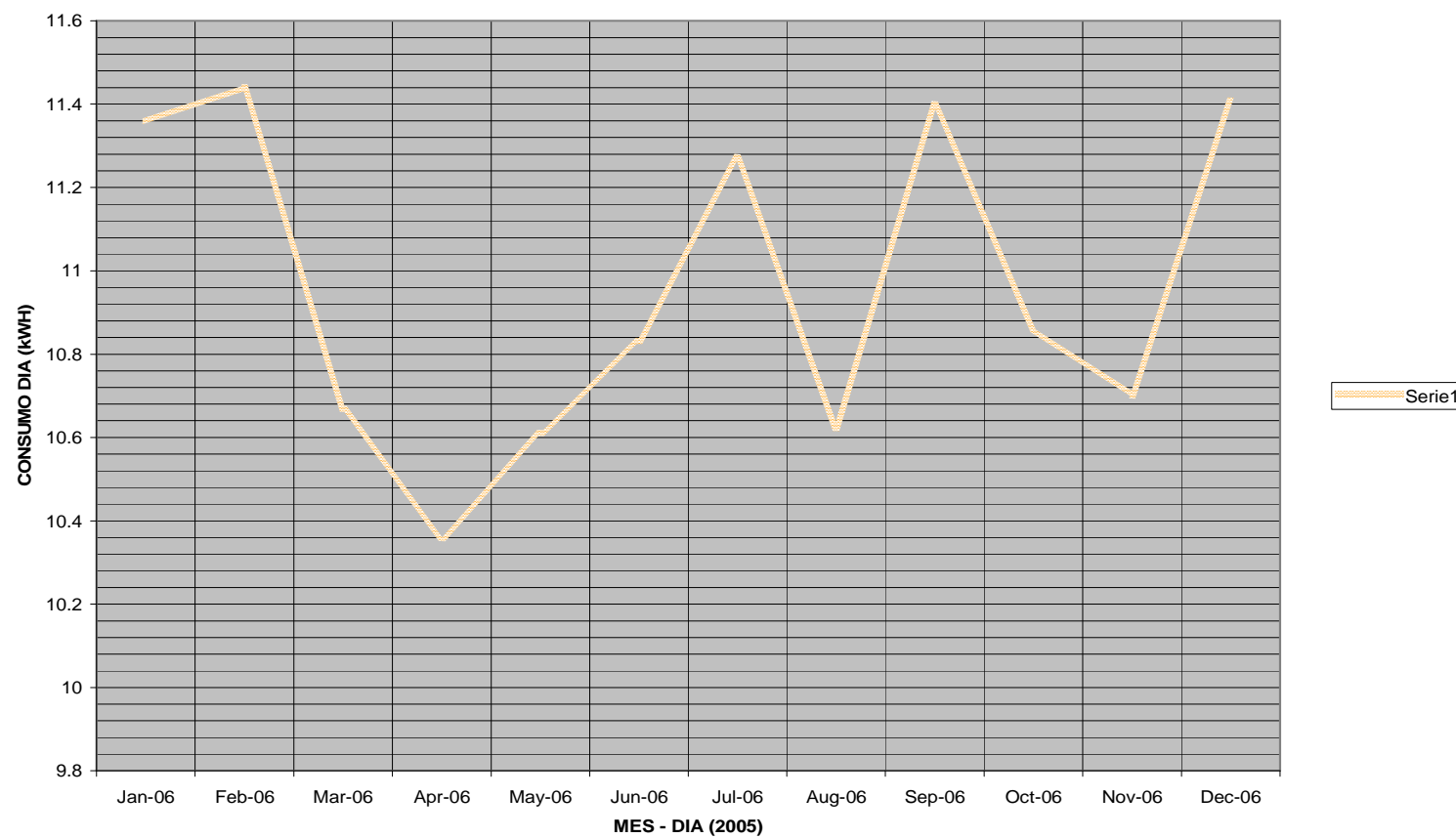
GRAFICA #2

POTENCIA REACTIVA



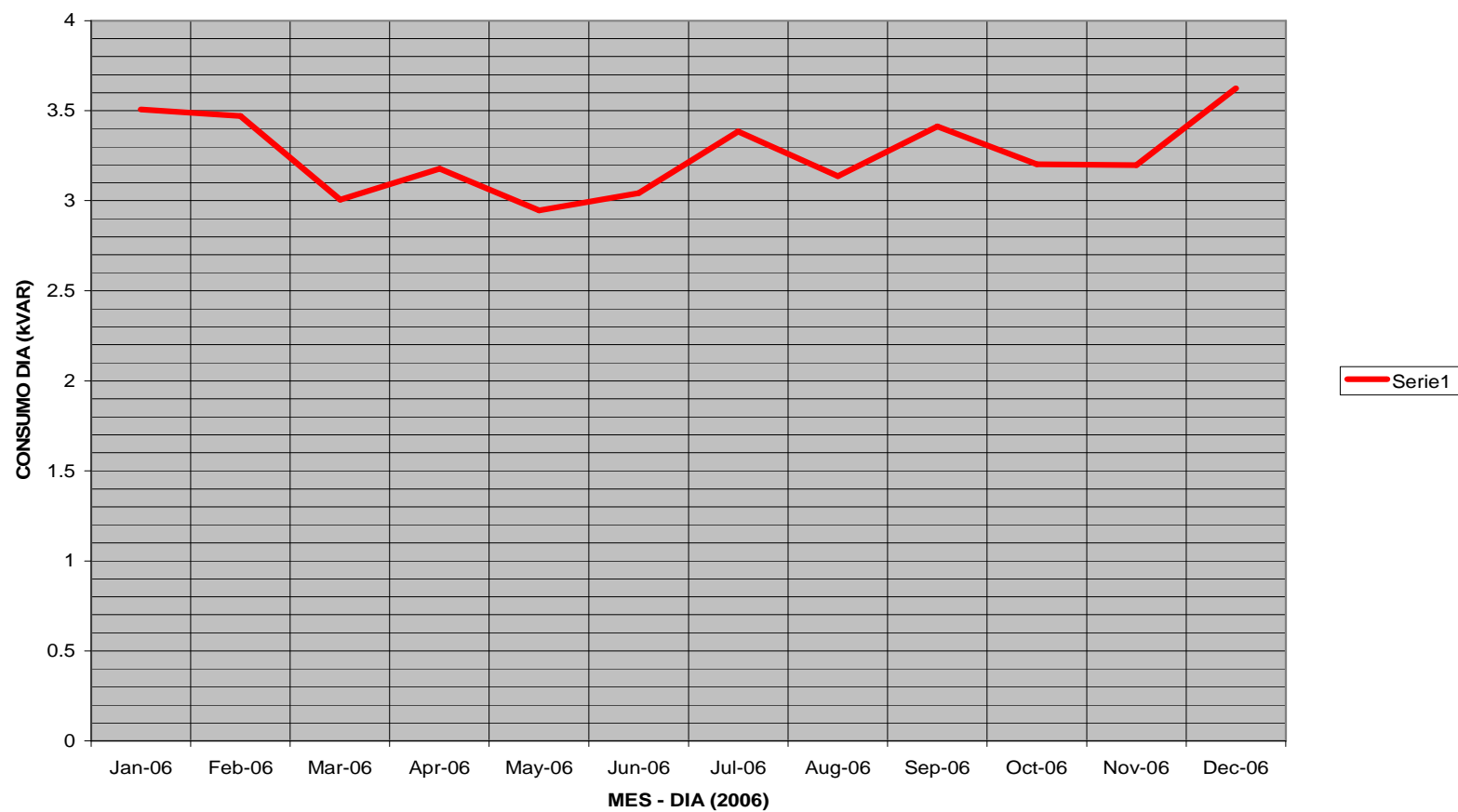
GRAFICA #3

GRAFICA DE POTENCIA ACTIVA



GRAFICA #4

GRAFICA DE POTENCIA REACTIVA



8. FLUJO DE CARGA

El estudio de flujos de carga, le permiten a la empresa AERONAUTICA CIVIL, conocer como fluyen las potencias a través de los elementos del sistema dadas las condiciones de carga, identificar elementos sobrecargados, cuantificar pérdidas en la red, y obtener los perfiles de tensión, lo cual es de gran utilidad para la planificación de proyectos nuevos o para la toma de decisiones de crecimiento o ampliaciones de la carga.

Con la simulación realizada se obtuvieron los datos de potencia activa y reactiva, y se compararon con los datos de potencia activa y reactiva medidos por la empresa de energía, se concluye que el sistema eléctrico de potencia de la AERONAUTICA CIVIL, tiene un consumo aproximado de potencia activa de 1584 kW y reactiva de 390 kVAR.

GRAFICO # 5



9. CORTOCIRCUITO

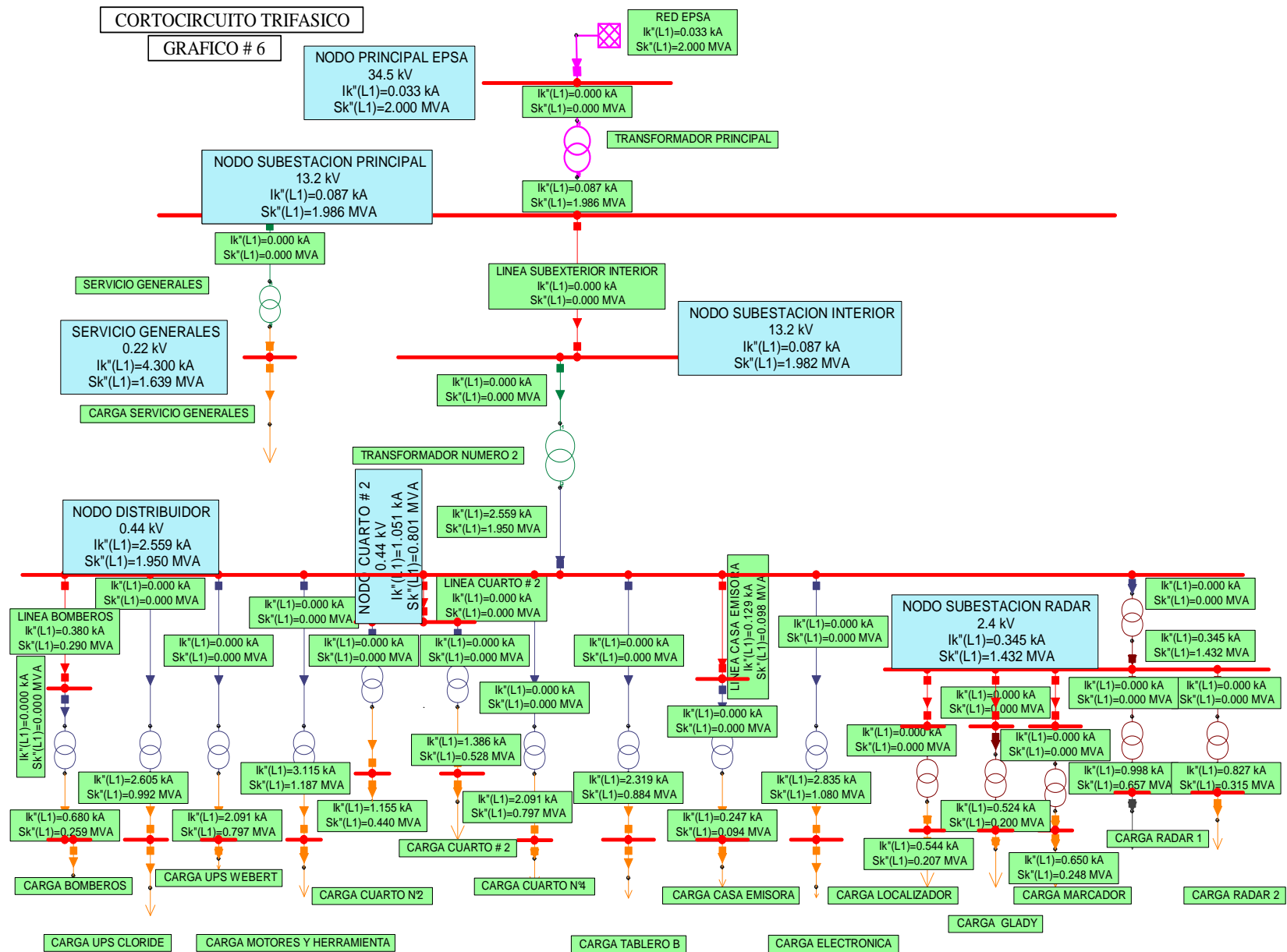
Se denomina **cortocircuito** al fallo en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor fase al neutro o tierra. El cortocircuito se produce normalmente por fallos en el aislante de los conductores, cuando estos quedan sumergidos en un medio conductor como el agua o por contacto accidental entre conductores aéreos por fuertes vientos o rotura de los apoyos.

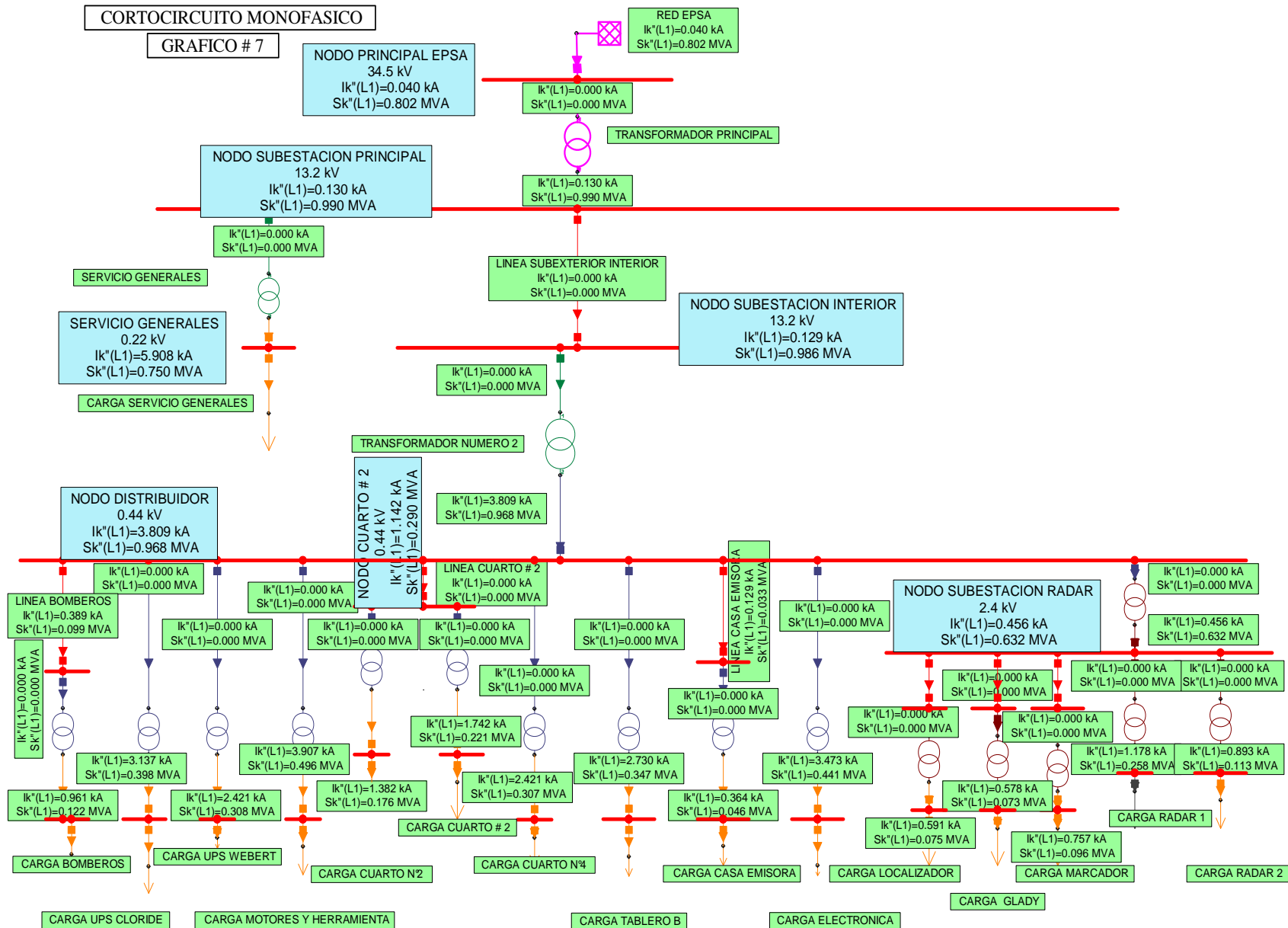
El Estudio de cortocircuito consiste en obtener la impedancia total en un punto de un sistema eléctrico, este valor de impedancia permitirá conocer la magnitud de la corriente cuando se presenta cualquiera de las siguientes fallas:

- Falla a tierra
- Falla trifásica

Debido a que un cortocircuito puede causar importantes daños en las instalaciones eléctricas e incluso incendios en edificios, estas instalaciones están normalmente dotadas de fusibles, interruptores o diferenciales a fin de proteger a las personas y los equipos.

Con la simulación realizada se obtuvieron los datos de corrientes de cortocircuito y potencia de cortocircuito, se concluye que no se encontraron elementos sobrecargados en el sistema eléctrico de potencia.





10. BANCO DE CONDENSADORES

La subestación interior cuenta con un banco de condensadores de 239.5 kVAR, conectado al lado de baja tensión, la compensación que utiliza es variable.

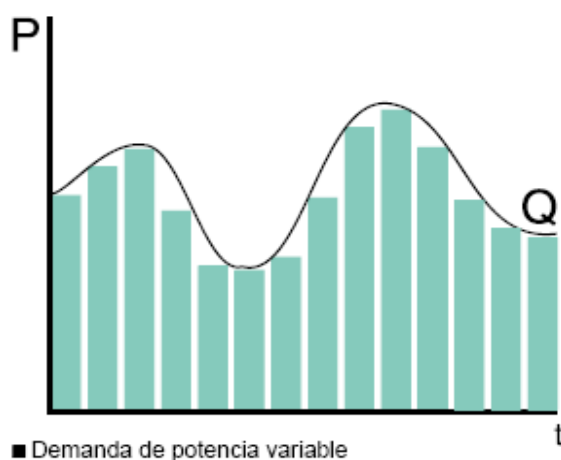
La compensación variable está formada básicamente por:

- Condensadores
- Contactores

El regulador detecta las variaciones en la demanda reactiva, y en función de estas fluctuaciones actúa sobre los contactores permitiendo la entrada o salida de los condensadores necesarios.

En el gráfico se puede observar como la batería de condensadores entrega a cada momento la potencia necesaria, evitando de este modo una sobrecompensación o una subcompensación.

Figura 28. Compensación variable



Calculo del banco de condensadores instalado:

Pa: potencia activa demandada (306 kW)

C: coeficiente capacitivo (0.631) de 0.75 – 0.98

Qc: potencia reactiva capacitiva

$$Q_c = P_a * c = 306 * 0.631 = 193kVAR$$

11. GRUPOS ELECTRÓGENOS

Ubicados en la subestación interior, dos grupos electrógenos conectados en paralelo, tienen un conductor 600 kcmil, el cual soporta una corriente de 780 A y la protección es de 3*700 A, el cual esta conectado a una transferencia automática.

Tabla 67. Datos técnicos grupo electrógeno

Marca	Caterpillar
Modelo	3406
Año	2002
Potencia aparente	500 kVA
Factor de potencia	0.8
Frecuencia	60 Hertz
Datos del generador	
Fases	3
Conexión	Delta
Tensión	480 – 602 V
Excitación	42 V – 7.8 A
Máxima temperatura	130 °C
Rpm	1800

El mencionado conjunto forma un sistema de control totalmente automático de transferencia de carga – red – grupo, frente a un fallo en el suministro de energía eléctrica (red), enviando la orden de arranque al grupo electrógeno así como las señales de mando para realizar la conmutación de carga de red al grupo en el

caso de fallo de red. De igual manera, y una vez que las condiciones de calidad de red se restablecen, el sistema realiza la transferencia automática de carga de red a grupo y tras un ciclo de enfriamiento, el grupo recibe la orden de paro.

Figura 29. Grupo electrógeno de la subestación interior



Su estado actual es recomendable, recibe un mantenimiento periódico por el personal técnico de la subestación, de acuerdo a parámetros fijados por el fabricante y establecidos según el número de horas de operación, que determinan el cambio de algunos elementos importantes para obtener un óptimo funcionamiento de la maquina.

Se cuenta además con una transferencia de tipo automática en perfecto estado de funcionamiento que cubre toda la carga instalada.

Los grupos electrógenos conectados en paralelo a la transferencia automática cumplen con lo establecido por la norma NTC 2050, en las secciones 701-6, 701-7 y 701-11, capacidad y régimen adecuado para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas y el sistema de reserva legalmente requerido debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal a la edificación, la fuente de reserva legalmente requerida estará disponible dentro del tiempo necesario para la aplicación, pero que no pase de 60 segundos.

12. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusible, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.*

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son:

- La seguridad de las personas
- La protección de las instalaciones
- La compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.

Se realizaron mediciones de resistencia de puesta a tierra para verificar su estado de funcionamiento. Se utilizó el método de caída de potencial o el método del 62 %, en las mediciones realizadas en los siguientes sitios:

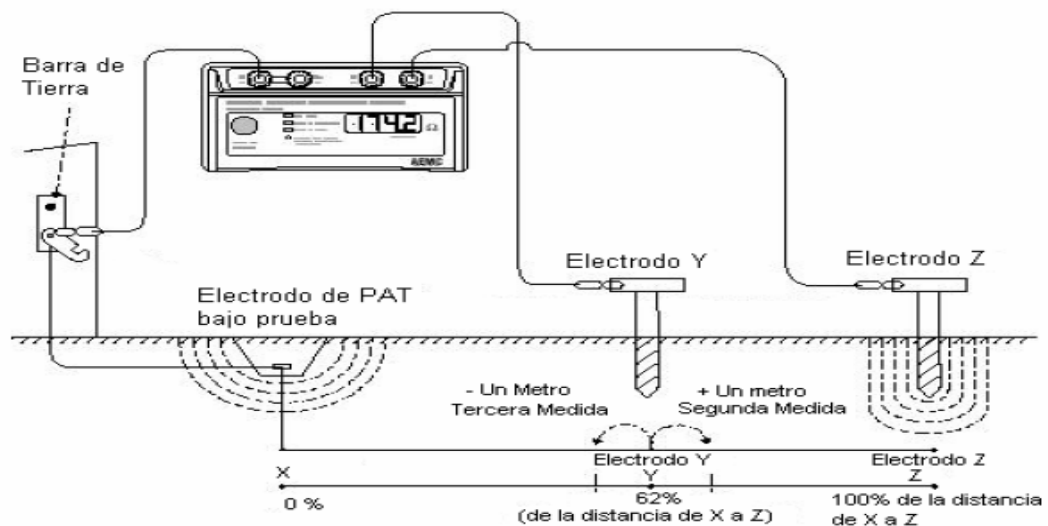
- Subestación interior
- Casa emisora
- Marcador
- Localizador
- Glideslope

*Resoluciones números 180498 del 29 de abril de 2005 y 181419 del 1 de noviembre de 2005, Reglamento técnico de instalaciones eléctricas. Ministerio de Minas y Energía

El método consiste en inyectar corriente a través de un electrodo de prueba denominado de corriente y medir el alza de potencial mediante otro electrodo auxiliar denominado de potencial. Conocido el valor de tensión y el valor de corriente se podrá obtener mediante la ley de ohm el valor de la resistencia. Los tres electrodos se mantienen en una línea recta y se va corriendo el electrodo de potencial hacia el electrodo de corriente para hacer sucesivas mediciones de resistencia.

En cuanto a la distancia óptima para el electrodo de potencial para hallar el punto en que se estabiliza la curva de resistencia en función de la distancia del electrodo de potencial respecto al de tierra, se tiene que generalmente este punto de equilibrio se encuentre al 62 % de la distancia entre el electrodo de puesta tierra bajo prueba y el electrodo de corriente.

Figura 30. Método caída de potencial



Método de caída de Potencial

12.1 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA EN LA SUBESTACIÓN INTERIOR

Para este caso en la que el suelo es de concreto en el cual no se pueden insertar los electrodos, se procedió a colocar los electrodos sobre superficie utilizando una pieza metálica para un mayor contacto humedeciendo dicha área, con la finalidad de disminuir la resistencia de contactos de los electrodos con el suelo.

Tabla 68. Medición de resistencia de puesta a tierra en la subestación interior

Distancia electrodo de corriente al electrodo bajo estudio (m)	Distancia del electrodo de potencial al electrodo bajo prueba (m)	Resistencia medida en (ohm) x1
20	8.00	0.80
20	8.50	0.40
20	9.00	0.30
20	9.50	0.32
20	10.0	0.40
20	10.5	0.20
20	11.0	0.40
20	11.5	0.10
20	12.0	0.10
20	12.5	0.20
20	13.0	0.20
PROMEDIO		0.29

OBSERVACIONES: Ninguna.

12.2 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA CASA EMISORA

Tabla 69. Medición de resistencia de puesta a tierra casa emisora

Distancia electrodo de corriente al electrodo bajo estudio (m)	Distancia del electrodo de potencial al electrodo bajo prueba (m)	Resistencia medida en (ohm) x1
20	8.00	0.50
20	8.50	0.50
20	9.00	0.60
20	9.50	0.60
20	10.0	0.60
20	10.5	0.60
20	11.0	0.70
20	11.5	0.70
20	12.0	0.80
20	12.5	0.80
20	13.0	0.80
PROMEDIO		0.65

OBSERVACIONES: Cámara de 0.90 * 0.90 cm., con estancamiento de agua. Se recomienda limpieza.

12.3 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA LOCALIZADOR

Tabla 70. Medición de resistencia de puesta a tierra localizador

Distancia electrodo de corriente al electrodo bajo estudio (m)	Distancia del electrodo de potencial al electrodo bajo prueba (m)	Resistencia medida en (ohm) x1
20	8.00	0.70
20	8.50	0.78
20	9.00	0.80
20	9.50	0.80
20	10.0	0.80
20	10.5	0.80
20	11.0	0.80
20	11.5	0.85
20	12.0	0.90
20	12.5	0.90
20	13.0	1.00
PROMEDIO		0.83

OBSERVACIONES: Cámara de 0.90 * 0.90 cm., con sedimento de lodo. No deja ver conexión con la varilla de puesta a tierra, Se recomienda limpieza. Se toma punto de conexión a tierra de la salida del transformador (punto neutro tierra). Cable de alta tensión que se utiliza como alimentador al transformador con tierra desconectada.

12.4 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA GLIDESLOPE

Tabla 71. Medición de resistencia de puesta a tierra glideslope

Distancia electrodo de corriente al electrodo bajo estudio (m)	Distancia del electrodo de potencial al electrodo bajo prueba (m)	Resistencia medida en (ohm) x1
20	8.00	0.80
20	8.50	0.40
20	9.00	0.30
20	9.50	0.32
20	10.0	0.40
20	10.5	0.20
20	11.0	0.40
20	11.5	0.10
20	12.0	0.10
20	12.5	0.20
20	13.0	0.20
PROMEDIO		0.36

OBSERVACIONES: Ninguna.

12.5 MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA MARCADOR

Tabla 72. Medición de resistencia de puesta a tierra marcador

Distancia electrodo de corriente al electrodo bajo estudio (m)	Distancia del electrodo de potencial al electrodo bajo prueba (m)	Resistencia medida en (ohm) x1
20	8.00	0.20
20	8.50	0.20
20	9.00	0.20
20	9.50	0.10
20	10.0	0.20
20	10.5	0.20
20	11.0	0.20
20	11.5	0.30
20	12.0	0.30
20	12.5	0.30
20	13.0	0.30
PROMEDIO		0.27

OBSERVACIONES: Cámara de 0.90 * 0.90 cm., con estancamiento de agua. Se recomienda limpieza. Se identifican las tierras del transformador, la de la antena y equipos de radio ayudas, por separado dentro de la misma cámara, no se observa que la conexión de tierras esté equipotencializada.

Los valores de resistencias recomendados por el Std IEEE 142 -1991 son los siguientes:

- Para grandes subestaciones, líneas de transmisión y estaciones de generación < 1 ohm.
- Para subestaciones de plantas industriales, edificios: 1 – 5 ohm.
- Para un electrodo simple: 25 ohm.

Con los valores recomendados por el Std IEEE 142 – 1991 y los resultados obtenidos en las pruebas, como lo muestran los cuadros, se infiere que las tierras en los diferentes puntos de mediciones **se encuentran dentro de los límites aceptables.**

Se recomienda realizar una inspección anual al sistema de puesta a tierra y medir su resistencia.

13. SUBESTACIÓN INTERIOR

La subestación interior cuenta con un grupo de seccionadores que operan bajo carga, **celdas Qm**, que están compuestas por unidades modulares bajo envoltentes metálicas del tipo compartimentadas, equipadas con aparato de corte y seccionamiento que utilizan **hexafluoruro de azufre (SF6)**, como elemento aislante y agente de corte.

Figura 31. Celdas Qm subestación interior



Estas unidades son usadas para subestaciones transformadoras de MT / BT hasta 24 kV. Las excepcionales características técnicas de las celdas Qm, cumplen las exigencias en materia de la seguridad del personal y la facilidad de instalación y explotación.

Figura 32. Subestación interior



Estas unidades son usadas para subestaciones transformadoras de MT / BT hasta 24 kV. Las excepcionales características técnicas de las celdas Qm, cumplen las exigencias en materia de la seguridad del personal y la facilidad de instalación y explotación.

13.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las celdas Qm tienen una capacidad de cortocircuito de 20 kA, a un voltaje de 17.5 kV.

13.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS PRINCIPALES

Los valores que están son para temperaturas de trabajo desde 5°C hasta 40°C y para ser instaladas a una altitud hasta de 1000 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 73. Características eléctricas principales celdas Qm

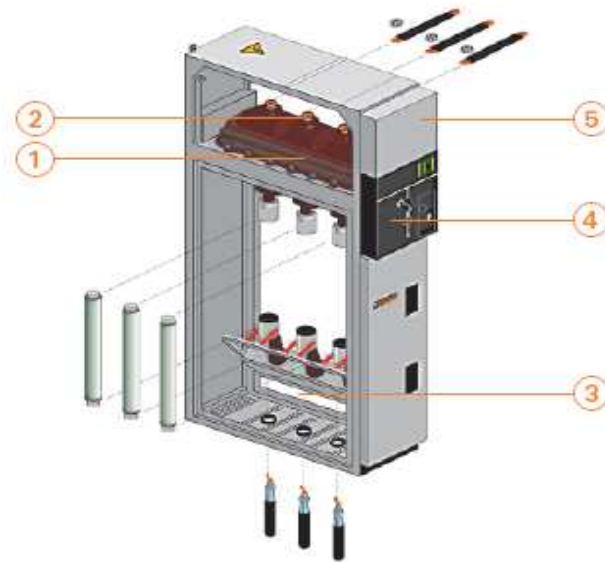
TENSION NOMINAL (Kv)		7,2	12	17,5	24	36
NIVEL DE AISLAMIENTO						
60 Hz/ 1 mm	Aislamiento	20	28	38	50	70
(Kv. Eficaz)	seccionamiento	23	32	45	60	80
1.2/50us	aislamiento	60	75	95	125	170
(Kv. Cresta)	seccionamiento	70	85	110	145	195
Capacidad de apertura - Corriente soportada de corta duración (KA-1 seg)	25	630 A				
	20	630 A				
	16	630 A				
	12,5	630 A				

13.3 DESCRIPCIÓN DE LAS CELDAS CON SECCIONADOR BAJO CARGA

Las celdas Qm tienen 5 compartimientos que son los siguientes:

1. **Aparatos:** seccionador bajo carga y seccionador de puesta a tierra en el interior de una envolvente llena de SF6 que satisface los requerimientos de los «sistemas sellados a presión».
2. **Barras:** ubicadas todas en el mismo plano horizontal, que permiten la posterior extensión del tablero.
3. **Conexión:** accesible desde el frente, a los terminales inferiores del seccionador bajo carga y de puesta a tierra (celdas IM) o a los soportes inferiores de los fusibles (celdas QM). Este compartimiento está también equipado con un seccionador de puesta a tierra de los bornes inferiores de los fusibles de MT en las unidades de protección de transformadores (celdas QM).

Figura 33. Celdas con seccionador bajo carga subestación interior



- 4. **Mecanismos de operación:** aloja los elementos utilizados para la operación del seccionador bajo carga y del seccionador de puesta a tierra, y el indicador de posición de los contactos del seccionador (apertura positiva). Las funciones de operación pueden ser motorizadas (opcional).
- 5. **Baja tensión:** para la instalación del bloque de terminales (si la unidad se equipa con motor), fusibles de BT y relés auxiliares. Si se requiere más espacio, un compartimiento adicional de BT (450 mm de altura) puede ser adosado sobre la parte superior de la celda.

13.4 DESCRIPCIÓN DE LOS APARATOS DE MANIOBRA

Seccionador bajo carga o de aislamiento y seccionador de puesta a tierra

Los tres contactos rotativos están ubicados en una envolvente llena de gas a una presión relativa de 0,4 bares. Este sistema ofrece máxima seguridad de operación:

- **Estanqueidad de la envolvente**

La envolvente llena con gas SF₆ satisface los requerimientos establecidos para los «sistemas sellados a presión» y la estanqueidad del sello es verificada en fábrica.

- **Seguridad en las operaciones**

- El seccionador puede estar en una de las tres posiciones, «cerrado», «abierto» o «puesto a tierra», y esto representa un sistema natural de bloqueo que previene maniobras incorrectas.

La rotación de los contactos móviles es efectuada por un mecanismo de operación rápida, independiente de la voluntad del operador.

- El dispositivo combina las funciones de apertura y seccionamiento.
- El seccionador de puesta a tierra está inmerso en gas SF₆, tiene capacidad de cierre en cortocircuito y cumple con los requerimientos de las normas.
- Cualquier sobrepresión accidental es eliminada por la apertura de la membrana de seguridad, en tal caso el gas es dirigido hacia la parte posterior de la unidad, eliminando los efectos indeseables en la parte frontal.

- **Principio de corte**

Las excepcionales características del gas SF₆ se utilizan para extinguir el arco eléctrico. Para aumentar el enfriamiento del arco se genera un movimiento relativo entre el arco y el gas. El arco aparece cuando los contactos fijos y móviles se separan. La combinación de la corriente de arco y un campo magnético provisto por un imán permanente provoca la rotación del arco alrededor del contacto fijo, logrando su alargamiento y enfriamiento hasta su extinción cuando la corriente pasa por cero.

Figura 34. Aparato de maniobra subestación interior

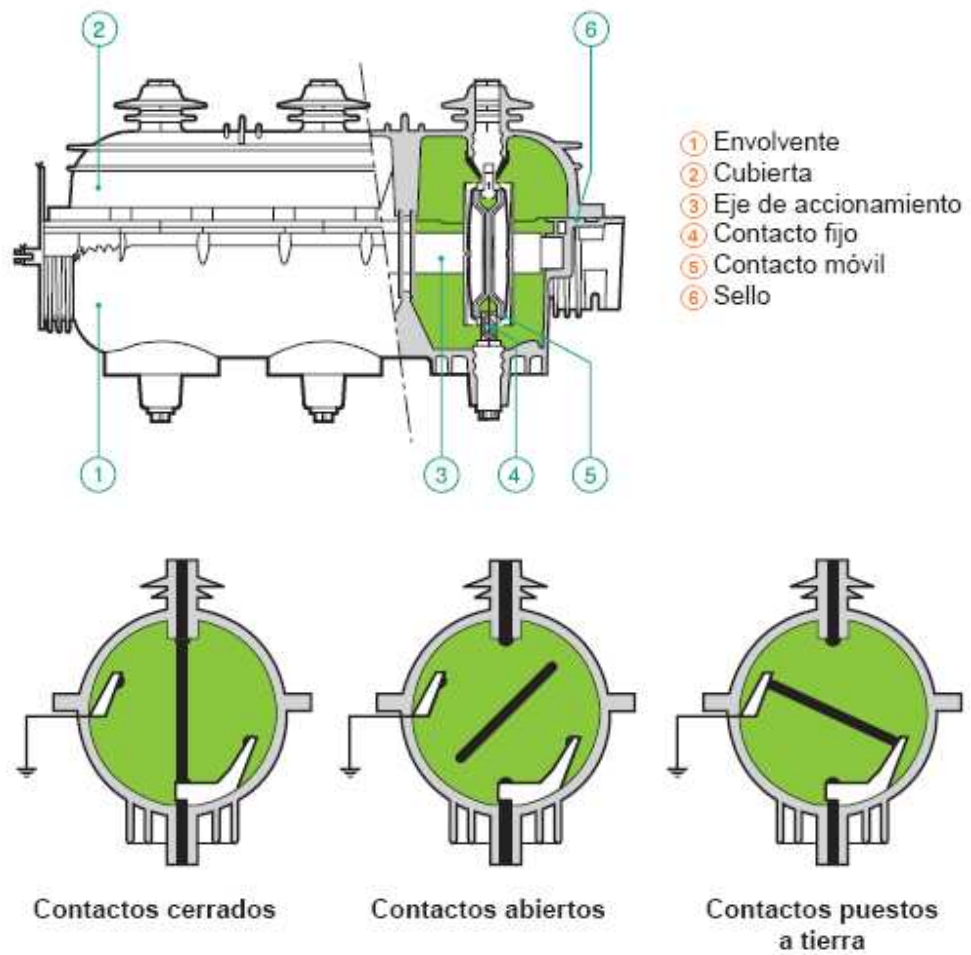


Seccionador bajo carga o de aislamiento

Las distancias entre los contactos fijos y móviles son suficientes para resistir la tensión de restablecimiento.

Este sistema simple y eficiente obtiene una importante mejora en la vida eléctrica del equipo, debido al mínimo desgaste de los contactos.

Figura 35. Principio de corte seccionador bajo carga subestación interior



13.5 NORMAS

Las celdas Qm, cumplen con las siguientes recomendaciones, normas y especificaciones internacionales:

- recomendaciones

IEC 60298, 60265, 60129, 60694, 60420, 60056, 61958;

- UTE normas

NFC 13.100, 13.200, 64.130, 64.160;

- EDF especificaciones

HN 64-S-41, 64-S-43.

14. CONCLUSIONES

Este estudio cumplió con el objetivo que buscaba la AERONÁUTICA CIVIL, ya que les permite conocer el estado en que se encuentran las subestaciones para poder así realizar futuros proyectos.

Se compararon los datos medidos con los datos obtenidos en cada subestación y se encontró que el sistema eléctrico esta en perfecto funcionamiento.

Se verificaron los calibres de los conductores de acuerdo a la regulación por las distancias, conforme con la norma, NTC 2050 en las secciones 219–10-4 y 215-2-b.

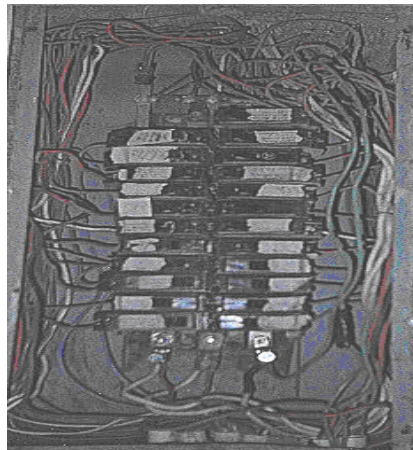
La información obtenida servirá de base al personal técnico para la ejecución de proyectos y para solucionar problemas que en futuro puedan presentarse.

El sistema de puesta a tierra se encuentra dentro de los límites aceptados y cumple con los valores de resistencia recomendado por el Std IEEE 142 – 1991.

Varios interruptores automáticos que se encuentran subdimensionados o sobredimensionados en los tableros tomas y alumbrado, motores y herramientas, tal como se relaciona en las tablas # (59, 60, 61,62), (51, 52, 53,54).

Se deben organizar los conductores instalados en cada tablero para así poder diferenciar el conductor de cada circuito con el fin de lograr comodidad al momento de algún tipo de trabajo en el respectivo tablero. En particular se debe trabajar con el código de colores para adecuaciones futuras.

Figura 36. Organizar tablero



Al realizar reformas o cambios eléctricos dejar constancia de estos en los planos eléctricos como lo son:

- Diagrama unifilar
- Cálculo de transformador
- Cálculo de corrientes
- Cálculo de conductores
- Cálculo de protecciones
- Distancia del conductor
- Carga instalada

15. RECOMENDACIONES GENERALES

Basados en el Reglamento de instalaciones eléctricas (RETIE), así como en el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 y en un análisis detallado realizado a las instalaciones eléctricas, se presentan las siguientes recomendaciones que propenderán por el mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, buscando también la correcta disposición y utilización de los elementos de iluminación, alimentación, operación, protección y distribución.

- Arrancar de manera programada y periódica la planta de emergencia en procura de mantenerla siempre en buen funcionamiento y evitar contratiempos en el momento que se presente una emergencia, la cual requiera la entrada en marcha de esta unidad de generación.

- Realizar cálculos eléctricos antes de conectar una carga:
 - Potencia a instalar
 - Potencia demandada
 - Cálculo de corriente
 - Cálculo del conductor
 - Protecciones

- Cambiar el transformador de Bomberos de 50 kVA, por uno de 75 kVA, ya que este se encuentra sobrecargado debido a las cargas adicionales que se le conectan directamente a los barrajes de alimentación y además construir un cuarto eléctrico para este transformador, ya que se encuentra en sitio de oficinas y no cumple con la norma, NTC 2050 en las secciones 450 – 41 y 450 – 42.

Figura 8. Transformador de la estación bomberos 50 kVA



- Se encontraron elementos conectados directamente al tablero principal de Bomberos sin ningún tipo de protección.

- Organizar los cables del transformador de la Casa Emisora ya que se encuentran alrededor del transformador y algunos están desconectados.

Figura 37. Transformador casa emisora



- Organizar los cables de los transformadores del Marcador, Localizador y Glideslope, e instalar bóveda para transformadores como lo indica la norma NTC 2050 en las secciones 450 – 41 y 450 – 42.

- Organizar cables del transformador del cuarto # 4, para evitar riesgos de fallas.

Figura 14. Transformador 50 KVA y tablero de distribución del cuarto # 4



- Utilizar el código de colores, para los tableros de distribución como lo indica el RETIE en la tabla 13, de acuerdo a los sistemas utilizados.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Código eléctrico colombiano. Primera Actualización. Santafe de Bogota, D.C: ICONTEC, 1999. 604 p. NTC 2050

MARTÍN José Raúl, Diseño de subestaciones eléctricas, México: McGraw -Hill, 1987. 510 p.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). Tercera actualización. Santafe de Bogota, D.C.: Procobré y Schneider Electric, 2005. 1041 p.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resoluciones, CREG: 070. Santafe de Bogota, D.C: Comisión reguladora de energía y gas, 1998. 63 p.

NEPLAN Versión 5.2.4. Demo Software de Simulación. BCO By BCP Switzerland CH-8703 Erlen Bach, 1988 – 2005. Switzerland. Windows XP.

SCHNEIDER ELECTRIC. Catálogo cubículos modular. Colombia: Merlín Gerín, 2003. 48 p.

SCHNEIDER ELECTRIC. Catálogo módulo unitario. Colombia: Merlín Gerín, 2003. 80 p.

STEVENSON W. D. Análisis de Sistemas de Potencia. México: McGraw – Hill, 2002. 740 p.

RAMÍREZ G. Carlos Felipe. Subestaciones de alta y extra alta tensión. 2 ed. Colombia: HMV Ingenieros, 2003. 778 p.